ANALES

DE LA

SOCIEDAD CIENTIFICA

ARGENTINA

DIRECTOR: ALBERTO G. URCELAY

TOMO CLVI

BUENOS AIRES
AVDA. SANTA FE 1145

1953

NOTICIARIO

Necrología. Ingeniero Agrónomo José B. Morixe. † el 8/7/53. — Hondo pesar ha producido en los asociados de la Sociedad Científica Argentina la desaparición de este distinguido consocio que a sus dotes de caballero ejemplar y de hombre culto y estudioso, unía relevantes condiciones de actividad en los ambientes técnicos, industriales y comerciales del país. Su profundo conocimiento de las ciencias agrícolas, su especialización en la industria molinera y sus virtudes personales, lo llevaron a importantes cargos en diversas instituciones donde actuó con brillo y eficacia.

Era socio vitalicio de nuestra sociedad.

Obra premiada. — Nuestro consocio, el general de división (R) Jorge A. Giovaneli, ha obtenido el primer premio, con su obra "La conducción de la guerra", en el Concurso de Estímulo a la Literatura Militar Argentina correspondiente al año 1952, organizado por el Círculo Militar.

Nuevamente han quedado en evidencia, pues, las condiciones de laboriosidad e inteligencia que distinguen al apreciado consocio. A él nuestros mejores plácemes.

Abínzano Algañaraz, Marcelo P.
Abulafia Alfredo
Acevedo, Arturo
Acuña Anzorena, José A.
Acuña, Manuel H.
Aczél, Martín
Agrest, Jacobo
Aguirre, José Urbano
Ahrens, Gualterio E.
Ahumada, José M.
Albertelli, Hugo C.
Albertolli Emilio A.
Albizzati, Carlos M.
Alessi, Juan M.
Alsogaray Federico
Alterthum, Juan
Alurralde Nicanor
Alvarez de Toledo, Belisario
Allaria Amézaga, José A.
Allende Posse, Justiniano
Amadeo Artayeta, Enrique
Amos, Arturo G.
Angelini Raúl
Añón Suárez, Vicente
Aragón, José María
Arambarri, Domingo R.
Arce, Manuel J.
Ardigó, Dante A.
Arellano, Manuel E.
Arnaudo, Silvio J.
Asti Vera, Armando A.
Auderut Barbeito, Arturo
Avalos, María Angélica S. de
Babini, José
Bacal, Benjamín
Bachmann, Ernesto
Baglietto, Eduardo E.
Balbiani, Atilio
Ballani, Luis M.
Baliña, Jorge A.
Ballofet Armando
Bancalari, Agustín
Baralis, Malchor
Bardin, Pablo P.
Barral Souto, José
Bascialli, Pablo Carlos
Bava, Leopoldo A.
Bellora, Humberto E.
Benvenuti, Juan Carlos D. R.
Belzoni, Guido C.
Beordi, Manuel A.
Bergel, Meny
Berjman, Elena
Bernardo, Lorenzo L.
Berretta, Pablo
Berrino, Juan B.
Bertino, José Carlos
Bertomeu, Carlos A.
Besio Moreno, Nicolás
Bianchi, Cervantes S. C.
Bianchi, Domingo A. M.
Bianchi, Josefa A.
Bianchi Lischetti, A.
Bibiloni, Filiberto N.
Bibiloni, Homero C.
Biggeri, Carlos
Bignoli, Arturo Juan
Bilotti, Alberto
Bimbi, José L.
Blaquier, Juan
Blasco, Armando D.
Boaglio, Santiago
Boffi, Jorge A.
Bohoslavsky, Juan
Böhtlingk, Heriberto
Bolognini, Héctor
Bonanni, Cayetano A.
Bonello, Roberto
Bosch, Gonzalo
Bottaro, Juan C.
Bourel, Carlos A. L.
Bouso, Oscar
Bracaccini, Osvaldo
Braun Menéndez, Eduardo
Briano, Juan A.
Browne, Alberto M.
Brugger, Heriberto J. B.
Brunengo, Pedro
Bruno, Vicente D.
Bula, Clotilde A.
Burgos, Juan Jacinto
Burkart, Arturo
Burnett, Bruce Ronald
Busconi, Estela M.
Busso, Eduardo B.
Bustamante, Elías N.
Butty, Enrique
Buzón, Guillermo
Buzzo, Alfredo
Cabello, Adolfo R.
Calegari, Roberto J.
Caldano, Julio César
Caldwell King, J.
Canale, Humberto
Cánepa, Enrique P.
Capelli, Pedro F.
Carabelli, Juan José
Carabelli, Pablo Luis
Cárdenas, Emilio F.
Carelli, Humberto H.
Carniglia, José
Carranza, Julio M.
Carrasco, Ricardo
Carrera, César J. M.
Casacuberta, Antonio
Casal, Pedro Segundo
Casaravilla, Norberto A.
Casella, Alberto T.
Castellanos, Alberto
Castello, Manuel F.
Castillo, Leopoldo
Castro Martínez, José U.
Cattaneo, Pedro
Ceppi, Héctor
Cerri, Italo Américo
Ciaburri, Miguel G. F.
Cimaschi, Enrique O.
Cirelli, Aberto D.
Clausen, Enrique G. E.
Clausen, Heriberto E.
Cofino, Italo V.
Colina, Bartolomé de la
Colla, Ada Silvia
Coni Bazán, F. A.
Copello, Andrés R.
Cordeu, Adolfo V.
Cordeu, José A.
Cordeyro Echagüe, Jorge G.
Cornejo, Abel
Cortés, Fernando
Curutchet, Luis
Curutchet, Raúl A.
Czysch, Alejandro
Chanourdie, Carlos C.
Chanourdie, Enrique
Damiani, Raimundo F.
Damianovich, Horacio
Damköhler, Wilhelm
Danilevsky, Alejandro de
D'Ascoli, Lucio
Dasso, Ricardo L.
Daverio, Enrique G.
Davy, Roberto G.
De Azevedo, Juan C. P.
De Carlo, José Alejandro
De Cesare, Elías A.
D'Elía, Antonio
Deferrari, Jorge O.
De Fina, Armando L.
de la Canal, Luis María
Delpech, Simón A.
Delpini, José Luis
De Martino, Elsa
De Michino, Américo F.
De Nardo, Juan B.
Díaz, Emilio L.
Dickmann, Emilio
Dieulefait, Carlos E.
Dobranich, Jorge W.
Donaldson, María Susana
Dubecq, Raúl E.
Dueñas, José
Duhau, Luis
Elizondo, Francisco M.
Escudero, Antonio
Escudero, Pedro
Esperne, Juan
Espiasse, Carlos A.
Espiasse, Jorge A.
Espina, Enrique
Espinosa, Agustín
Fernández, José S.
Fernández Gamio, Angel Lucio
Ferrari Bono, Bruno V.
Ferro, Antonio M. F.
Fesquet, Alberto E. J.
Figini, Angel
Figuerero, Hernando W.
Figueroa, Alejandro
Fiore, Luis
Fiorito, Carlos M.
Folquer, Mario
Franzetti, Carlos J.
Frehner, Armando S.
Frenguelli, Joaquín
Freude, Ludwig
Frigerio, Juan B.
Fuchs, Guillermo L.
Fürnkorn, Divico A.
Gaffuri, Domingo
Gahan, Angelina Chiarelli de
Galíndez, Santiago J.
Galmarini, Alfredo G.
Gandó, Alfredo R.
Gandolfi Herrero, Argusto
Gandolfo, José S.
Garbesi, Ricardo E.
García Mata, Rafael
Garlan, Andrés E.
Garófalo, Jorge F.
Garzoni, Carlos A.
Garralda, José
Gatti, Alfredo B.
Gaudy, Fernando
Géneau, Carlos E.
Gerardi, Donato
Gianolini, Néstor O.
Georgii, Walter
Giles, William Bernard
Giménez, Eduardo V.
Giovaneli, Jorge A.
Giráldez, Ricardo Vicente
Giusti, Leopoldo
Goldenhorn, Simón
Gollán (h), José Santos
González Beaussier, Carlos
González del Solar, A. G.
González Domínguez, Alberto
González Zímmermann, Francisco
González, Emilio L.
González Victorica, Diego, J.
Gorostiaga, Roberto
Gorriti, Fernando
Gottschalk, Otto
Grandi, Alberto L.
Graziani, Luis R
Grunwaldt, Enrique G. M.
Guozden, Helvio N.
Gutiérrez Acha, Alfredo
Gutiérrez, Ricardo J.
Gutiérrez Salinas, Jorge B.
Guzmán, Arturo
Guzmán, Carlos A.
Harrington, Horacio J.
Hasperué, Horacio E.
Henrichsen, Kjell A. L.
Herbin, Luis A.
Hermitte, Enrique Martín
Herrera Vegas, M.

Hernández, Angel G.
Herrmann, Gustavo G. C.
Herzer, Bernardo
Heymann, Roberto G.
Hickethier, Carlos F.
Hoebeke, Luis
Hofmann, Herbert
Holmberg, Eduardo
Hoxmark, Guillermo
Ibarra Grasso, Addalberto H
Imbriano, Aldo E.
Incollá, José
Iriar, Luis M.
Irigoyen, Luis H.
Isnardi, Héctor
Ivanissevich, Ludovico
Ivanissevich Machado, Antonio
Jauch, Clotilde
Jorge, José M.
Joselevich, José B.
Justo, Andrés
Kapus, Ervin E.
Kempny, José Carlos
Kinkelin Pelletán, J. C. de
Klein, Alberto
Kolungia, Carlos A.
Konzewitsch, Nicolás
Kooy, Mauricio van der
Kormilev, Nicolás A.
Kostevitch, Miguel M.
Krapf, E. Eduardo
Kuznezov, Nicolás
Lagunas, Simón
La Menza, Francisco
Lanusse, Antonio R.
Laplaza, Florián
Larco, Esteban
Larguía Escobar, Constancio
Larreguy, Carlos
Lassalle, Gerardo M.
Lasso, Alfredo F.
Leanza, Armando F.
Leguizamón Pondal, M.
Leiguarda, Ramón H.
Liebermann, José
Liceaga, Jorge A. Ig.
Ligniéres, Roberto
Lijtmaer, Salomón
Limeses, José Alberto
Lynch, Tomás F.
Liserre, Guido O. S.
Lix-klett, Luis
Lizer y Trelles, C. A
Lóizaga, Niceto S.
Longhini, Pedro
Longo, Rafael E.
Longobardi, Ernesto
López García, Andrés
Luchini, Laura Mírcoli de
Lutgem, Enrique B.
Llambías, Mario R.

Llobet, Pedro F.
Mac Lean, Héctor C.
Mackinlay Zapiola, Matías N. F.
Manetti, Aitor A.
Manera, Edmundo
Marchionatto, Juan B.
Marcovich, Rafael
Mari, Carlos A. J.
Marín, Antonio
Mariscotti, Carlos
Marqués de Saint, Perrier
Marotta, F. Pedro
Marotta, R. Armando
Martinelli, Ernesto A.
Martínez, Antonio
Martínez Dalke, Luis M.
Martínez, Osvaldo I.
Martínez, Rodolfo
Martínez Vivot, Raúl J.
Martucci, Jorge A.
Martino, Cándico C.
Mascardi, Emilio Carlos
Mc Loughlin, Rogelio P.
Medici, Raúl F.
Mendiondo, Pedro
Meoli, Humberto
Mermoz, Francisco A
Merzei, Ernesto
Mestorino, Elisa B. B. de
Miccio Peralta, Luis R.
Michaud Carlos
Miganne, Víctor O.
Migliarini, Justo J.
Migone, Luis V.
Modern, Fernando
Molfino, José F.
Molinari, Horacio J.
Montes Gallo, Delia M. C.
Montes, Nemesio H.
Mora, Rafael E.
Moragues Bernat, Jaime
Moragues, Miguel
Moreno, Amalia F.
Moreno, Marco A.
Moretti, Luis
Mouchet, Enrique
Moyano, Braulio
Muhlmann, Miguel M.
Mulleady, Ricardo T
Muñoz Cabrera, René
Nágera, Juan José
Natale, Alfredo
Natino, Roberto J.
Nattkemper, Augusto F.
Negrete, Lucía
Negri, Mario L.
Negroni, Pablo
Noir, Beatriz A.
Noni, Arturo
Núñez, Constantino
Núñez, Omar A.
Núñez Monasterio, Carlos
Nürnberg, Zacarías M.
Ogara, Mario Tito

Ogueta, Ricardo A.
Olguín, Juan
Olivera, Carlos E.
Ortiz de Rosas, Jorge
Otamendi, Gustavo
Ottonello, Héctor
Ottonello, Néstor J
Ottonello, Roberto J.
Páez, José M.
Pagliaro García, Domingo
Pagola, Enrique A.
Paitoví, Oscar E.
Paiva, Augusto César
Palau, Mario J.
Palazzo, Pascual
Panza, Enrique G.
Panzarini, Rodolfo N. M.
Papadakis, Juan
Parodi, Edmundo
Parodi, Lorenzo R.
Parodi, Raúl
Pasman, Raúl G.
Pasqualini, Clodoveo
Pastrana, Francisco J.
Pastrana, José A.
Patalano, Alfredo
Pauly, Antonio
Paz Anchorena, José M
Pedace, Eduardo A.
Penazzio, Oscar
Peña, Guillermo A.
Perazzo, Roberto J.
Pérez Amuchástegui, Carlos M.
Pérez del Cerro, Carlos A.
Pérez del Cerro, Luis E.
Perren, Jorge E.
Perrone, Cayetano
Pessagno Espora, Mario
Pestalardo, Agustín
Petre, Martín F.
Pinasco, Santiago F.
Pini, Aldo S.
Piovano, Abelardo P.
Pirillo, Santo
Pistarelli, Julio A.
Plotnicoff, Wladimiro
Podestá Costa, Luis A.
Polledo, César M.
Portillo, Gregorio A.
Posadas, Carlos
Prelat, Carlos E.
Prestera, Oscar A.
Prohaska, Federico J.
Puchulu, Juan F.
Puente, Francisco de la
Pujals, Emilio
Quijano, Octavio M.
Quinos, José Luis
Quinterno, Eduardo A.
Raitzin, Alejandro
Ramaccioni, Danilo
Ramallo, Carlos M.
Ranwez, Gustavo
Rathgeb, Alfonso
Rathgeb, Eckhardt

Raver, Ignacio
Re, Pedro M.
Rebuelto, José A.
Reece, William Asher
Reig, Osvaldo A.
Reissig, Luis
Repetto, Blas A.
Rey, Adolfo M.
Rezzani, José María
Riccitelli, José A.
Richterich, José
Riggi, Agustín E.
Riveros, José E.
Roca, Miguel C.
Rodríguez Jáuregui, Carlos C.
Rodríguez, María Luisa
Rodríguez, Miguel
Rosas, Agustín
Rosauer, Rodolfo E.
Rosenbusch, Francisco
Rotaeche, Juan
Rotondaro, Antonio A. J.
Roveda, Alberto A.
Roverano, Rómulo R.
Rovira, Antonio
Rovira, Luis
Ruata, Luis E.
Ruíz Moreno, Adrián
Rusconi, Carlos
Sabaria, Enrique
Salerno (h.), Blas
Salomón, Hugo
Salles, Mario A.
Samatan, Enrique L.
Sánchez Díaz, Abel
Sánchez, José Ricardo
San Martín, Salvador
Sanna, Julio E.
Santos Rossell, Carlos
Saralegui, Antonio M.
Sardina, Dagoberto A.
Sarrabayrouse, Eugenio
Sastre, Marcos (h.)
Savalan, Dikris
Sbarbi, Mario A.
Schaw, Enrique E.
Schleich, Bernardo E.
Schnack, Benno J.
Schnack, Benno J. Ch.
Schneider, Otto
Scotto, Jorge A.
Schulz, Guillermo
Schwerdtfeger, Werner
Segura, Roque
Senillosa, Guillermo
Silveyra, Ricardo
Simonoff, Miguel
Simons, Hellmut
Sirotzky, David
Sirotzky, Susana L.
Sobral, Arturo
Solari, Emilio F.
Solari, Miguel A
Soldano, Ferruccio, A.
Soler, Frank L.
Somonte, Eduardo

Sordelli, Alfredo
Spinetto, David J.
Spota, Víctor J.
Stewart, Francisco
Stoppani, Andrés O. M.
Strattner, Juan R.
Sturla, Antonio E.
Szabó, Ladislao
Tapia, Esmenia A.
Taquini, Alberto C.
Tausend, Pablo P. L.
Tejo, Abelardo
Tello, Eugenio
Tossini, Luis
Traversi. Blanca A.
Trefault, Adolfo T.
Trelles, Rogelio A.
Turdera, Raúl D.
Umanzio, Carl B.
Urcelay, Alberto G.
Valentini, Argentino
Valentinuzzi, Máximo
Valerdi, Carlos J.
Vallejo, Segundo E.
Vanossi, Reinaldo
Varela Gil, José
Vela Huergo, Julio
Verdier, Pablo A.
Vicien, Pedro
Villalobos Domínguez, Cándido
Villanueva, Guillermo A.
Villar Palacio, Ricardo
Viticcioli, Fernando
Voilajuson, Julián
Volpi, Carlos A.
Wainer, Jacobo
Wauters, Carlos
Wauters, Jorge E.
Weil, Pedro A.
Wencelblat, Nicolás R.
Westerkamp Federico T.
Vignaux, Juan C.
Williams Thomas J.
Wunenburger, Gastón
Ygartúa, Luis María
Ygobone, Aquiles
Záccara, Juan José
Zalazar, Luis María
Zamboni, Agustín
Zamora, Clemente A.
Zanetta, Alberto
Zelasco, José F.
Zunino, Héctor A.
Zunino, Juan José
Zuloaga, Angel M.

SOCIOS ACTIVOS NO RESIDENTES

Alsina Fuertes, Fidel
Arena, Antonio
Boerger, Alberto
Burgueño, José Luis
Calace, Rafael J.
Capitanelli, Ricardo G.
Carelli, Antonio
Cernuschi, Félix
Christmann, Federico E.
Coria, Pedro Eduardo
Descole, Horacio R.
Fischer, Gustavo J.
Garcés, Antonio
Greve, Walther
Henry, Teófilo
King, Diarmid O.
Lizarán, Fernando
Mignanego, Alberto A.
Peirano, Abel A.
Pepe, O. Rodolfo
Ringuelet, Emilio M. R.
Sagastume Berra, Alberto E.
Scheggia, Eduardo R.
Soria Bravo, Custodio
Sorol, Rafael V.
Storni, Julio S.
Victoria, Juan
Wilkens, Alexander

SOCIOS ADHERENTES

Alonso, Alegría
Alonso, Roberto A. J.
Altieri, Ruben A.
Alvarez, Alfredo D.
Alvarez Costa, Enrique
Anticev, Antonio
Armony, Paul
Bancalari, Nicolás
Bazzanella. José
Bazzi, Raúl
Benhayon, Jorge M.
Bonnier, Juan J.
Bonnier, Nélida O. Dellamea de
Borrazás Maril, Francisco
Carman, Ernesto
Caro, Jorge
Costa, Bonorino Luis E.
Cotlar, Mischa
Cuomo, Edmundo J.
Chiodin, Alfredo S.
Chiti, César
Demichelis, Juan Carlos
De Vido, José Miguel
Di Leo, Ernesto
Dimitri, Millán J.
Di Rocco, Jorge M.
Dos Reis, Osvaldo C.
Dressel, Carlos E. A.
Egen, Walther von
Escobar Martínez, Martín O.
Ferramola, Raúl
Fuente, Enrique
Fuentes, Horacio
Francese, Héctor J.
Francos, Raúl
García, Eduardo D.
García Posadas, Alejandro C.
Gil Herrera, Ramón
Gingold Tarder, Bori
Goldstein, Jaime A.
Gómez, Carlos Eduardo
Gonçalves Vadell, Enrique
González Silva, Evaristo José
Gorchs, Agustín C.
Grosso, Aníbal B. A.
Greenway, Daniel J.
Hekimián, Santiago
Hendler, Eugenio
Huergo, José María
Ibarborde, Angel A.
Lazarús, Jaime
Lindemann, Hans A.
Lucini, Norberto H.
Mailhos, Luis E.
Malbrán, Juan J.
Manetti, Omar A.
Mantilla, Lola S. de
Morandi, Erminia E.
Micheli, Gastón
Miranda, Delio
Molfino, Rubén H.
Molinari, Angélica N. V. de
Moretti, Rodolfo O.
Negri, Antonio J.
Negro, José E.
Offermann, Alfredo M.
Orúe, José Félix
Paci, Eva
Paci, Fernando José
Paillas, Mario Ramón
Palmeri, Víctor R.
Pandolfo, Vicente
Pécora, Edgardo J.
Peraldo, Leo
Pontis Videla, H. G.
Pujals, Carmen
Recoder, Roberto F.
Repetto, Cayetano
Reynal, Jorge E.
Rodríguez, Celso
Rodríguez, Hernán
Rokotnitz, Otto
Rossell Soler, Pedro
Rossi, Mario R.
Sadosky, Manuel
Sáenz Briones, Pablo
Salavin, Raimundo G.
Saralegui, Ramón M.
Scali, Luis
Tortorelli, Ulises R.
Vallebella, Colón B.
Viegas, Claudio F. A.
Wechsler, Wolf
Weisz, Ana Wassing de
Wright, Jorge E.
Zariategui, Julio C.
Zen, Norberto Victorio
Zubieta, Gerardo Jorge
Zuckerman, Jorge

CASAS ADHERENTES

Angel Estrada y Cía.
Brown Boveri
Benvenuto y Cía.
Bunge y Born, Ltda.
Compañía General de Construcciones
Compañía Industrial de Electricidad
De la Puente y Bustamante
Establecimientos Industriales "Febo"
Instituto Argentino de Urbanismo
Instituto Foto-Topográfico Argentino
Jacobo Peuser S. A.
Latham Urtubey, Agustín O.
Lutz. Ferrando y Cía.
Guglielmoni S. A.
Polledo. S. A.
Productos Farmacéuticos SANDOZ
Rezzani y Esperne
Siemens-Bauunion
S. A. Talleres Metalúrgicos San Martín «TAMET»
T. Gr. "Tomás Palumbo"

SOCIOS PROTECTORES

Arienti y Maisterra
Bacher, Carlos
Capdehourat, Eduardo L.
Campomar, Jaime
Espil, Bernardo
Fernández Díaz, Augusto
Lappas, Basilio G.
Marseillán, Francisco
Miserendino, Raúl
S. A. Francisco Cinzano y Cía. Lda.
Tarantola, Rodolfo

SOCIOS VITALICIOS

Deulofeu, Venancio
Drysdale, Alejandro M.
Huergo, Eduardo M.
Lana Sarrate, Casimiro
Llorente, Pedro H.
Magnin, Jorge
Medina, Antonio M.
Morixe, José B.
Storni, Segundo R.

MIEMBROS PROTECTORES DE LA ORGANIZACION DIDACTICA DE BUENOS AIRES

Besio Moreno, Nicolás
Tornquist, E. y Cía. (Lda.)

SECCION SANTA FE

COMISION DIRECTIVA
PERÍODO 1951 - 1952

Presidente, Dr. Gustavo A. Fester; Vice-presidente, Dr. José Piazza; Secretario, Ing. Quím. Enzo A. Martinuzzi; Tesorero, Ing. Quím. José Cruellas; Vocal titular 1º, Ing. Quím. Adolfo Collados; Vocal titular 2º, Dr. Ezio Emiliani; Vocal suplente 1º, Ing. Quím. Jorge Huck; Vocal suplente 2º, Ing. Quím. Miguel Gargallo.

SOCIOS ACTIVOS

Aguirre, Ana Laura de
Abadón, Leónidas
Bossi, Celestino
Carnovali, Federico J.
Collados, Adolfo R.
Costa Comas, Ignacio M.
Cruellas, José
Ellena, Andrés
Elizaga, Oscar G.
Emiliani, Ezio
Falco, Federico
Fester, Gustavo A.
García, Lorenzo A.
Gargallo, Miguel A.
Gollán, Josué (h.)
Huck, Jorge
Hotschewer, Curto
Kittl, Erwin
Mai, Carlos
Martinuzzi, Enzo A.
Müller, Juan Carlos E.
Obermann, Raúl Augusto
Piazza, José
Piñero, Rodolfo
Pocoví, Antonio P.
Pomar, Hety Bertoldi de
Ponce de León, Ernesto R.
Puente, Nemesio G. de la
Santini, Bruno L. P.
Vergara, Emilio A.

SECCION MENDOZA

COMISION DIRECTIVA

Presidente, Dr. José Luis D. Minoprio; Vice-presidente, Ing. Cayetano C. Piccione; Secretario, Sr. Adrián Ruíz Leal; Tesorero, Sr. Manuel Tellechea; Vocales titulares, Dr. Arturo E. Corte e Ing. Juan P. Toso; Bibliotecario, Dr. Emiliano Aparicio.

SOCIOS ACTIVOS

Aparicio, Emiliano P.
Baquero, José C.
Bauzá, Juan
Benegas, Raúl
Bermejo, Horacio
Bidone, Mario
Bonfanti, Humberto C.
Bonino, Arrigó F. E.
Candisano Liqueno, José
Cano, Guillermo J.
Casale, Florencio B.
Casas, Humberto de
Ceresa, Mario Carlos D.
Corte, Arturo Eduardo
Croce, Francisco M.
Jofré, Emilio
Masera, Raimundo F.
Metreaux, Alfredo
Minetti, Jorge José
Minoprio, José D. J.
Morello, Pablo Felipe
Moyano, Alejandro
Palumbo, Víctor Hugo
Piccione, Cayetano C.
Ponce, José Raúl
Putalivo, Luis
Ruiz Leal, Adrian
Silvestre, Tomás
Tellechea, Manuel
Toso, Juan P.

SECCION SAN JUAN

COMISION DIRECTIVA

Presidente, Dr. Indalecio Carmona Ríos; Vicepresidente, Dr. Salvador A. Doncel; Secretario, Dr. Benjamín N. Sández; Tesorero, Ing. Carlos W. Godoy; Vocales, Dr. Alfonso Barassi, Dr. Carlos U. Cesco y Sr. César H. Guerrero.

SOCIOS ACTIVOS

Acerbi, Miguel Angel
Aguiar Vázquez, Américo A.
Aguilar, Antonio
Aguilar, José B.
Alagia, Humberto
Alfonso, Flora G.
Alvarez, Alberto B.
Alves da Silva, Carlos
Alladío, Luis R.
Aubone, Adriano E. R.
Autard, Luis F.
Aveta, Alberto F.
Baca, Remberto
Baistrocchi, Alberto I.
Baistrocchi, José H.
Balseiro, Carlos N.
Barassi, Alfonso
Basañes Zavalla, Alberto D.
Basañes Zavalla, Carlos
Bellio, Néstor E.
Bianchi, Carlos E.
Bocca Tourres, Carlos L.
Bocelli, Federico
Boero, Rogelio A.
Borcosque, José Manuel
Bustelo Barcia, Francisco
Bustelo, Jesús María César
Cámpora, Juan Carlos
Caputo, Renzo
Carmona, Alberto E.
Carmona Ríos, Indalecio
Carrizo Vita, Eduardo
Casas, Carlos A.
Cerutti, Nazario C. G.
Cesco, Carlos U.
Colombo, Juan Carlos
Constantini, Alberto H.
Cremades, José M.
Crescentino, Héctor H.
Dara, Francisco R.
Dates, Germán F. C.
Daroni, Julio
Dawson, Bernhard H.
de Dios Videla, Juan
de la Torre, Antonio
Del Bono, Juan C.
del Carril, Pablo Alberto
Delgado, María N.
Dobladez, Pedro
Domínguez, Enrique
Doncel, Salvador A.
Dubos, Armando E.
Duprat, Luis A.
Fagale, Salomón
Farrugia, Juan A.
Ferrer Yanzi, Jorge I.
Flores Parramón, Julio
Forradellas, Carlos
Garcés Sirerol, Pedro
García Wimer, Manuel S.
Gatti, Enrique
Giuliani, Francisco
Glantz, Aída
Godoy, Carlos W.
Gómez, José Manuel
González, Bernardo
González Santaella, Yolanda
Graffigna, Duilio S.
Graffigna, José B.
Graffigna, Santiago S. B.
Guerrero, César H.
Guimaraes, Arturo R.
Horodniceanu, Nicolás
Jardón, José María
Kalejman, Enrique
Landa, Augusto
León, Marcelo de
Loedel P., Enrique
López Echegaray, José A.
López, Isidro

López Mansilla, Enrique E.
Macchi, Carlos F.
Marchese, José R.
Marchese, Luis E.
Martínez Colombres, Valois
Marún, Adán N.
Mas Zaragoza, Vicente
Mattar, Elías
Mattar, José
Matus Tobar, Justo A.
Maurin Navarro, Osvaldo
Melli, Alfredo
Mercader Bosch, Roberto A.
Millán, Julio R.
Mini, Carlos A.
Mó, Fernando F.
Moya Gil, Enrique A.
Muñoz Girón, Isidoro
Nattar, Elías
Nissen, Juan J.
Olivarez, Enrique S.
Ortíz, Gervasio
Palmero Ortiz, Fabriciano
Papparelli, Elvio
Peñafort, Ramón
Perghem-Gelmi, Miguel Angel
Puebla, Faustino A.
Quiroga, Fermín E.
Quiroga, Manuel A. V.
Ribeiro Monteiro, Antonio A.
Rins, Marcelino D.
Riveros, Lelia A.
Rochna, Federico N.
Rodríguez Aguirre, Francisco
Rodríguez, Augusto P.
Rodríguez Pinto, Domingo
Romero, Joaquín H.
Romito, Emilio L.
Rotter, Luis
Ruiz Bates, Ramón J. C.
Salmini, José
Sández, Benjamín N.
Sandez, Julio Argentino
Sanz, Amadeo
Scippel, Arno W.
Segovia Fontanes, José A.
Sispanov, Sergio
Suárez, Raúl
Sylvestre, Juan Domingo
Tomaghelli, Alberto A.
Torcivia Marinaro, Juan
Toro, José O.
Toro, Rogelio B.
Varando Etchegaray, Alcides E.
Varese, Carmen P. de
Vera Correa, Manuel A.
Videla, Horacio G.
Villalba, Argentino R.
Villamayor, Orlando F.
Vita, Julio E.
Volponi, Fernando
Wetten, Florián
Yanzi de Oro, Luis María M.
Yanzón, Absalón Alejo
Yapur, Julio

SOCIOS CORRESPONDIENTES

Amaral, Afranio de	San Pablo (Br.)
Avendaño, Leónidas	Lima
Bachmann, Carlos J.	Lima
Best, Charles	Canadá
Borel, Emile	París
Cabrera, Blas	Madrid
Campos Porto, Pablo	Río de Janeiro
Cardozo Legéne, P.	Río de Janeiro
Chester Bradley, J.	Ithaca, N. Y.
Darmois, Eugenio	Nancy (Fr.)
Darmois, Georges	París
Dávila, Rubén	Santiago (Ch.)
Escomel, Edmundo	Lima
Fiebrig, Carlos	Munich (Al.)
Fontecilla Larrain, Arturo	Santiago (Ch.)
Fort, Michel	Lima
García Godofredo	Lima
Galindo Q. Eudoro	Cochabamba (Bolivia)
Gaylord Simpson, George	Nueva York
González del Riego, Felipe	Lima
Goodspeed, Thomas H.	Berkeley, Cali.
Greve, Germán	Santiago (Ch.)
Guinier, Philibert	Nancy (Fr.)
Hadamard, Jacques	París
Hauman Luciano	Bruselas
Hernández, Juvenal	Santiago (Ch.)
Hijar y Haro, Luis	México
Janet, Pierre	París
Jiménez de Asúa, Luis	Madrid
Keiper, Guillermo	Berlín
Levi, Peppo	Rosario
Lobo, Bruno	Río de Janeiro
Mamberto, Benito	Prov. de Bs. Aires
Mardones, Francisco	Santiago (Ch.)
Molina, Enrique	Concep. (Ch.)
Monjaráz, Jesús E.	México
Montel, Paul	París
Moretti, Gaetano	Milán
Oliver Schneider, Carlos	Concep. (Ch.)
Perrin, Tomás G.	México
Perrine, Carlos D.	Córdoba
Pi y Suñer, Augusto	Barcelona
Reyes Cox, Eduardo	Santiago (Ch.)
Terracini, Alejandro	Tucumán
Valirón Georges	París
Valle, Rafael H.	México
Vélez, Daniel M.	México
Villarán, Manuel V.	Lima
Vitoria, Eduardo	Barcelona

ANALES

DE LA

SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA

DIRECTOR: ALBERTO G. URCELAY

JULIO 1953 — ENTREGA I — TOMO CLVI

SUMARIO



BUENOS AIRES
AVDA. SANTA FE 1145

1953

SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA



ADVERTENCIA.— Los colaboradores de los Anales son personalmente responsables de la tesis sustentada en sus escritos. Tienen derecho a la corrección de dos pruebas. Los que deseen tirada aparte de 50 ejemplares de sus artículos, deben solicitarla por escrito. Artº 10 del Reglamento de los "ANALES" (modificado por la J. D. en su sesión de fecha 4 de septiembre 1941). Los escritos originales destinados a la Dirección de los "Anales", serán remitidos a la Gerencia de la Sociedad, avenida Santa Fe 1145, a los efectos de registrar la fecha de entrega para luego enviarlos al señor Director. La Sociedad no tomará en consideración las observaciones de los autores que se refieran a cualquier anormalidad, si no se ha cumplido con el requisito indicado.

Impreso en los Talleres Gráficos "TOMAS PALUMBO" - La Madrid 311-325 - Buenos Aires

LISTA DE AGNOSTIDOS E HIOLITES DEL CAMBRICO DE MENDOZA

POR

CARLOS RUSCONI

I

Desde que dí a conocer en 1945 los primeros restos de trilobitas y otros organismos del típico Cámbrico, o sea de uno de los mares más antiguos que cubrieron casi toda la corteza terrestre hace unos 500 millones de años, muchas han sido las novedades ocurridas hasta el presente. Pues, durante ese corto lapso, fueron descubriéndose por nosotros una serie muy interesante de faunas diferentes de edad cambriana: 1) de San Isidro; 2) del cerro El Solitario; 3) de los dos Hornillos al Oeste de El Challao; 4) del cerro Pelado; 5) del Oeste del Puesto del Socorro; 6) sierras de Salagasta; 7) región del cerro Aspero, etc. En el transcurso de ese mismo período fueron posibles los descubrimientos de faunas marinas del Ordovicio y de otros períodos del paleozoico que suman un cuantioso material de muchos miles de piezas fósiles, descriptas por mí en numerosos artículos.

La fauna cambriana mendocina está constituída por numerosos organismos de braquiópodos, crinoideos, gastrópodos primitivos, trilobitas, etc. (más de 150 especies), pero de ellos sólo recordaré dos grupos: los bilobitas o agnóstidos y los hiolites.

II

LOS AGNOSTIDOS

Constituyen un grupo muy emparentado con los trilobitas y se distinguen, entre otros detalles, por tener un cranídeo y un pigidio de forma discoidal o semicircular, y separados entre sí por 2, 3 ó 4 costillas pleurales. El cranídeo es una concha desprovista de aber-

turas oculares y de otras suturas que son comunes en los trilobitas, con excepción de los eodíscidos que poseen rudimentos de mejillas y otros aditamentos ornamentales. Por lo general, son los agnóstidos animales de pequeña talla, de cerca un centímetro de longitud y se los ha descubierto en casi todos los mares del Cámbrico y Ordovicio del orbe. Son, pues, uno de los pocos grupos de seres del mundo orgánico desaparecido, de extraordinaria importancia para el estudio de la estratigrafía y geología y para la valorización de las rocas del viejo paleozoico. Así, por ejemplo, lo han expresado ya varios autores, entre ellos el Dr. Howell, con respecto a los agnóstidos de otros continentes.

En cuanto a nuestro país, y en especial con referencia la provincia de Mendoza, nada se sabía unos cuantos años atrás, de modo que los repetidos descubrimientos de estos seres, en correlación con otros grupos, han permitido conocer la antigüedad de muchos estratos rocosos, de la cual se carecía antes casi por completo.

Quiere decir que los agnóstidos, mucho más abundantes en los mares del Cámbrico que en los del Ordovicio, representan, en cierto modo, uno de los elementos guías de primer orden para el paleontólogo, geólogo y estratígrafo entregados a dilucidar problemas atinentes a las primeras faces sedimentarias y de distribución de los mares y continentes del viejo paleozoico. A estos organismos los hemos descubierto hasta ahora en las siguientes localidades:

1) *Horizonte Paladense.* — Cámbrico superior, nivel inferior, Cerro Pelado. En este horizonte, los agnóstidos son relativamente comunes como formas específicas y muy abundantes en individuos, puesto que están representados por 5 géneros y 8 especies vinculadas algunas al Cámbrico inferior o al medio y superior de otros continentes.

2) *Horizonte Villavicense.* — Cámbrico medio, nivel superior, del cerrillo El Solitario, al Este de Canota.

También son comunes las especies de agnóstidos, y hasta ahora se conocen 13 géneros y 18 especies vinculadas en parte a distintos niveles del Cámbrico de otros continentes.

3) *Horizonte Isidrense.* — Cámbrico medio, e inferior (?), de la región del cerro Aspero. En esta región las calizas cámbricas tienen varios centenares de metros de espesor y hasta el presente no

he podido individualizar más que algunos restos. Sin embargo, en esta región hemos visitado numerosos parajes y entre ellos se destacan cuatro localidades donde han proporcionado ya fáunulas en parte diferentes entre sí.

4) *Horizonte Isidrense.* — Cámbrico medio, nivel medio o en parte inferior del Oeste de la estancia de San Isidro, y corresponde al yacimiento clásico de trilobitas descubierto por vez primera en Mendoza.

En dicha localidad los agnóstidos son escasos y sólo me fué posible hallarlos en una capita donde abundan los despojos de una especie de agnóstido y otra de los eodíscidos.

En otros sectores de la Precordillera de la referida provincia, existen también afloramientos de calizas, como en Los Hornillos, al Oeste de El Challao; al Oeste del puesto del Socorro; cerro Blanco; cerros de Salagasta, etc. Pero en ninguno de ellos se ha comprobado, con certidumbre, este grupo de organismos. Posiblemente sean aquí escasos, pero, en parte, débese también atribuir a las incipientes búsquedas realizadas a este respecto, y a múltiples inconvenientes propios de cada región, cubiertas en parte por malezas o bien removidas por los agentes externos, etc.

De cualquier modo, las calizas que con anterioridad a mi actuación eran consideradas como devónicas, silurianas, o tal vez ordovícicas, ahora resultaron ser de distintos horizontes del Cámbrico. Y esta antigüedad pudo ser establecida no sólo con la presencia de los agnóstidos, sino mediante otros grupos de organismos que sellaron definitivamente la alta antigüedad de esas calizas, considerada anteriormente como verdaderamente problemática por cuanto ninguno de los autores anteriores había podido conseguir indicios organizados en los mismos lugares donde ahora reunimos muchos millares de piezas fósiles.

III

Los agnóstidos descubiertos hasta ahora en el Cámbrico de Mendoza son los siguientes:

1) *Horizonte Peladense,* Cámbrico superior, nivel inferior. Cerro Pelado.

Phylum ARTHROPODA Subphylum TRILOBITOTOMORPHA. Clase TRILOBITA. Ord. AGNOSTIDA. Fam. HOMAGNOSTIDAE M'Coy. Subfam. HOMAGNOSTINAE Harrington. HOMAGNOSTUS Howell.
Homagnostus peladensis Rusc. *Homagnostus manantialensis* Rusc.

Fam. CONDYLOPYGIDAE Raymond. GONIAGNOSTUS Howell.
Goniagnostus verrucosus Rusc. *Goniagnostus rotundatus* Rusc.

Subfam. AGNOSTINAE Jaekel. TRIPLAGNOSTUS Howell.
Triplagnostus pedrensis Rusc. *Triplagnostus planus* Rusc.

Fam. SPINAGNOSTIDAE Howell. SPINAGNOSTUS Howell.
Spinagnostus pedrensis Rusc.

Fam. PHALACROMIDAE Corda. PHALACROMA Corda.
Phalacroma lasherensis Rusc.

2) *Horizonte Villavicense,* Cámbrico medio, nivel superior. Cerrillo El Solitario, Este de Canota.

Fam. GERAGNOSTIDAE. Subfam. GERAGNOSTINAE Howell.
Geragnostus jahuelensis Rusc. *Geragnostus microcephalus* Rusc. *Geragnostus huarpensis* Rusc.

Subfam. HOMAGNOSTINAE Harrington. HOMAGNOSTUS Howell.
Homagnostus villavicensis Rusc. *Homagnostus jarillensis* Rusc.

Fam. SPINAGNOSTIDAE Howell. SPINAGNOSTUS Howell.
? *Spinagnostus hornillensis* Rusc.

Fam. ? HUARPAGNOSTIDAE Rusc. HUARPAGNOSTUS Rusc.
Huarpagnostus costatus Rusc. *Huarpagnostus huarpeanus* Rusc. (1).

Fam. PERONOPSIDAE. CLAVAGNOSTUS Howell.
Clavagnostus calensis Rusc.

HYPAGNOSTUS Jaekel.
Hypagnostus mollensis Rusc.

Subfam. DIPLAGNOSTINAE Whitehouse. TOMAGNOSTUS Howell.
Tomagnostus canotensis Rusc.

Fam. PHALACROMIDAE Corda. PHALACROMA Corda.
Phalacroma australis Rusc. *Phalacroma elongata* Rusc.

GALLAGNOSTUS Howell.
Gallagnostus solitariensis Rusc.

(1) Es probable que *Canotagnostus* Rusc. sea genéricamente sinónimo de *Huarpagnostus* Rusc., de modo que el primero reuniría dos especies: *Huarpagnostus costatus* Rusc. y *H. huarpeanus* Rusc. Estas formas, a su vez, están en parte vinculadas a *Ptychagnostus* (*Pty.*) *aculeatus* Angelin.

Fam. PSEUDAGNOSTIDAE. Subfam. PSEUDAGNOSTINAE Whitehouse. PSEUDAUNOSTUS Jaekel.
Pseudagnostus parabolicus Rusc.

3) Horizonte Isidrense. Cámbrico medio. Localidad, Oeste de San Isidro.

¿ *Agnostus cuyanus* Rusc.

Fam. EODISCIDAE. MENDODISCUS Rusc.
Mendodiscus tuberculatus Rusc.

IV

LOS HIOLITES

Fueron un grupo de organismos provistos exteriormente de una concha en forma de un largo embudo cónico, de sección semicircular, triangular, etc., y dentro de cuya cavidad vivía el animal, del cual se desconoce casi en absoluto su forma y principales caracteres anatómicos. Los hubo de sólo varios milímetros de longitud y otros que alcanzaron más de 50 milímetros. Formaron un tipo de molusco gastrópodo de características primitivas, que, al parecer, ha dado origen a ciertos grupos de moluscos, los que, a su vez, constituyeron las cepas de aquellos moluscos del cenozoico hasta la época actual.

Los hiolites, pues, han sido seres de características arcaicas predominantes en distintos niveles del Cámbrico y fueron disminuyendo sucesivamente a fines del paleozoico. En efecto, de acuerdo a las listas publicadas por algunos autores y especialmente por Sinclair (1946), resulta que hasta esa fecha se habían fundado 177 especies procedentes del Cámbrico; 111 para el Ordovicio; 29 para el Silúrico; 53 para el Devónico; 7 para el Carbonífero, y para el Pérmico 3, sin contar algunas que, como casos relativamente raros, parecen haber persistido hasta el Triásico y el Terciario. Las formas del viejo paleozoico señaladas en esa publicación suman 380 especies, pero con las fundadas posteriormente no sería aventurado suponer que se habría llegado en la actualidad a más de 450 especies de hiolites aunque de varios géneros afines.

Las especies conocidas hasta ahora en el Cámbrico de Mendoza son las siguientes:

1) *Horizonte Peladense.* Cámbrico superior, nivel inferior del Cerro Pelado.

Clase GASTROPODA. Ord. OPISTHOBRANCHIA. Fam. HYOLITHIDAE Nicholson. HYOLITHES Einchwald.
Hyolithes peladensis Rusc.

2) *Horizonte Villavicense,* Cámbrico medio, nivel superior.

HYOLITHES Eichwald.
Hyolithes chilquensis Rusc. *Hyolithes piquillensis* Rusc. *Hyolithes Sinclairi* Rusc. (= *Hyolithes undulatus* Rusc., nec. Barrande) (1). *Hyolithes andinensis* Rusc. *Hyolithes huentotensis* Rusc.
Hyolites sulupensis Rusc.

Sub. gen. ACEVINIA Rusc.
Hyolithes (A.) cuyunchensis Rusc.

Sub. gen. ORTHOTHECA.
Hyolithes (O.) longisulcatus Rusc.

Fam. TORRELLELIDAE. HYOLITHELLUS Billings.
Hyolithellus cuyanus Rusc. *Hyolithellus mendozanus* Rusc.

3) *Horizonte Isidrense,* Cámbrico medio de San Isidro.

HYOLITHES Eichwald.
Hyolithes huarpensis Rusc.

4) *Horizonte Isidrense,* Cámbrico medio del Cerro Aspero.

HYOLITHES.
Hyolithes martillensis Rusc.

RESUMEN

Antes de 1945, no se conocía ninguna especie de Agnóstido (Trilobita) o de hiolite (Gastropoda) del Cámbrico de Mendoza.

Después de esa fecha se comprobaron 28 especies de Agnóstidos propios de Mendoza, distribuídas en 13 familias y 16 géneros, de los cuales 1 familia y 3 géneros son propios de Mendoza.

Los hiolites están representados por 12 especies propias de Mendoza, distribuídas en 2 familias, 2 géneros y un subgénero propio de esta provincia.

(1) La especie *undulatus* Rusc. la reemplacé por *Sinclairi* debido a que con el mismo nombre *undulatus,* Barrande, en 1847, fundó otra especie de *Hyolithes.*

BIBLIOGRAFIA ABREVIADA DE LOS AGNOSTIDOS E HIOLITES

HOWELL, B. F., « Some new Brunswick Cambrian Agnostians », en *Bull. Wagner Free Inst. of Science*, Philadelphia, 1935.

RUSCONI, C., « Nuevos trilobitas del Cámbrico de Mendoza », en *Boletín Paleontológico de Bs. As.* Nº 19, pp. 1-3, Bs. As. 1945.

RUSCONI, C. « Apuntes sobre el triásico y el ordovicio de El Challao, Mendoza », en *Rev. Mus. Hist. Nat. de Mendoza*, vol. II, pp. 165-198, Mendoza, 1948.

RUSCONI, C., « Diferentes organismos del ordovicio y del cámbrico de Mendoza », en *Ibidem*, vol. IV, pp. 63-70, Mendoza, 1950.

RUSCONI, C., « Trilobitas y otros organismos del cámbrico de Canota », en *Ididem*, vol. IV, pp. 71-84, Mendoza, 1950.

RUSCONI, C., « Nuevos trilobitas y otros organismos del cámbrico de Canota », en *Ibidem*, vol. IV, pp. 85-94, Mendoza, 1950.

RUSCONI, C., « Más trilobitas del cámbrico de San Isidro, cerro Pelado y Canota », en *Ibidem*, vol. V, pp. 3-30, Mendoza, 1951.

RUSCONI, C., « Varias especies de trilobitas del cámbrico de Canota », en *Ibidem*, vol. VI, pp. 3-9, Mendoza, 1952.

RUSCONI, C. « Fósiles cámbricos del cerro Aspero, Mendoza », en *Ibidem*, vol. VI, Mendoza, 1952.

SINCLAIR, G. W., « Notes on the nomenclature of Hyolithes », en *Jour. of Paleontology*, vol. 20, pp. 72-86, N. Y., 1946.

Mendoza, Febrero de 1952.

ESTUDIOS SOBRE BASIDIOMYCETES

II. SISTEMATICA Y BIOLOGIA DE TRES ESPECIES DE « FOMES »

POR

CELINA L. IACONIS Y JORGE E. WRIGHT

(*Conclusión* [1])

Fomes dependens (Murrill) Sacc. & Trott., *Syll. Fung.* XXI (1912), 292 (*)

Lloyd, *Synop. Fomes* (1915) 254, fig. 597; Rick, *Broteria* XXI, 1 (1924) 8.
Syn. *Pyropolyporus dependens* Murrill, *North American Flora* IX, 2 (1908) 106; ibíd., *Mycologia* II (1910) 195; ibíd., *Mycologia* XV (1923) 279.
Fulvifomes dependens (Murrill) Murrill, *Tropical Polypores* (1915) 88; ibíd., *Mycologia* XI (1919) 26; ibíd., *Mycologia* XI (1919) 222.

(Lám. II, 3)

a) Descripción del esporóforo. — *Caracteres macroscópicos.* — *Píleo* leñoso, perenne, ungulado, y a veces demediado, sésil, apenas adherido por detrás; tamaño de los ejemplares típicos 7 × 5 × 6,5 cm; superficie rimosa (**) o escruposo-rimosa, con resquebrajaduras concéntricas y radiales, formando por lo general pequeños paralelepípedos, sin costra; margen regular, circular o casi circular, liso, subagudo, ligeramente aterciopelado, fértil o estéril en la cara inferior; de color negro, castaño obscuro o ceniciento, presentando el aspecto de madera chamuscada, y más claro hacia los bordes, llegando a ser castaño en el margen; entre las grietas casi siempre crecen musgos. *Contexto* nulo o muy escaso, visible solamente en los bordes

[1] Ver Entrega anterior.

(*) Véase nota al pie de pág. 11.

(**) Utilizamos esta palabra, derivada del latín *rimosus, -a, -um,* como adjetivo castellano para calificar el aspecto de la superficie del píleo de algunos hongos, que se presenta con frecuencia, y que se caracteriza por ser resquebrajado, con hendiduras, formando o no paralelepípedos, que a veces se desgastan por la acción del tiempo. Las más de las veces este aspecto está asociado al que presenta la madera chamuscada, y suele hallarse en las especies más longevas.

alrededor de las capas de tubos más recientes; de color leonado (« Ochraceous tawny »; O-10-11); zonado. *Tubos himeniales* casi perpendiculares, en delgadas capas de 0,5-2 mm de espesor, indistintamente estratificados y reconocibles en los últimos estratos por una delgada línea blanquecina; de color castaño, más obscuro en las capas más antiguas (« Argus brown » a « Ochraceous tawny »; O-5-8 a O-10-11). *Poros* apenas visibles sin aumento, no tapados con micelio; bocas pequeñas, 5-7 por mm, angulares a redondeados, formando una superficie generalmente cóncava, aterciopelada, de color de canela (« Cinnamon brown »); sin setas.

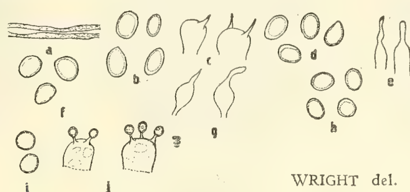


Fig. 3. — Características microscópicas de *Fomes dependens* (Murrill) Sacc. & Trott.: *a-c*, *e* y *g*) hifa, esporas, basidios y terminaciones hifales (?) del ejemplar tipo (LPS); *d*, *f* y *h*) esporas de los ejemplares argentinos; *i-j*) esporas y basidios del ejemplar brasileño. (Original; 2295 ×).

Caracteres microscópicos. — *Basidiosporas* muy abundantes, globosas a subglobosas, con episporio grueso, castañas (vistas en sol. de HOK al 5 %, lavando después con agua); miden 4,2-5,2 × × 5,2-5,5 micrones; algunas parecen tener un mucrón apical (Fig. 3, *b*, *d*, *f*, *h*, *i*). *Esporas secundarias* (¿conidios?) presentes, sobre todo en la parte superior del píleo y más cerca del margen; su aspecto y tamaño es tan similar a las anteriores que su naturaleza es dudosa. *Hifas* de color castaño intenso, fibrosas, con paredes gruesas, no tabicadas ni ramificadas; 2,6-3,8 micrones de ancho (Fig. 3 *a*). *Cristales* prismáticos incoloros se observaron incluídos entre las hifas.

Material examinado:

Argentina: Presidente Perón, Presidencia Victorino de la Plaza, leg. J. J. García, VI-1947; Herb. LCF B-95. Sobre árbol vivo de guayacán (*Caesalpinia melanocarpa*); llamado comúnmente « uruperó ». Det. John A. Stevenson (EE. UU.). — Presidente Perón, Presidencia Victorino de la Plaza, leg. Julio A. O. Martinoli, IV-1949; Herb. LCF B-277 (cultivo puro nº 738); det. Celina Iaconis. — Cuba: leg. L. M. Underwood y F. S. Earle, III-1903, con el nombre de *Pyropolyporus dependens* Murrill (*typus*), LPS 16945 (*). — Brasil: San Salvador, leg. et det. J. Rick, 1943; Herb. Anchieta nº 20013.

(*) Parte del material tipo (ex N. Y. Botanical Garden) se encuentra depositado en el Herbario del Instituto Nacional de Botánica « Julio A. Roca » de la Facultad de Ciencias Médicas (Universidad de Buenos Aires).



A B C

LÁMINA III

Cultivos puros de los hongos estudiados, fotografiados desde la segunda semana (fila superior) hasta la sexta semana (fila inferior). Columna A, *Fomes dependens* (Murrill) Sacc. & Trott.; columna B, *Fomes pseudosenex* (Murrill) Sacc. & Trott. y columna C, *Fomes chaquensis* n. sp. (Originales, reducidas $^1/_3$).

Observaciones. — Esta especie, si bien se asemeja mucho por su aspecto externo a varias otras, entre ellas a *F. igniarius*, se distingue por su forma típica, la ausencia de setas y el intenso color y tamaño de las esporas. Se la conoce solamente de los trópicos americanos, y llega hasta el sur del Brasil y norte de la Argentina.

b) DESCRIPCIÓN DEL CULTIVO. (Lám. III, A, y Fig. 4.)

Clave patrón: 1 2 1 2 (7, 9) 2 2 2 4 1 1.

Cepa examinada: ARGENTINA, Presidente Perón, Presidencia Victorino de la Plaza, huésped no anotado; LCF nº 738.

Características del desarrollo (Lám. III, A). — *Crecimiento lento*, formando en 14 días una capa miceliana de 4,5 cm (a 24° C medía 2,1 cm) de diámetro; las cajas se cubrieron totalmente al término de 5 semanas (mientras que a las seis semanas el cultivo no alcanzaba

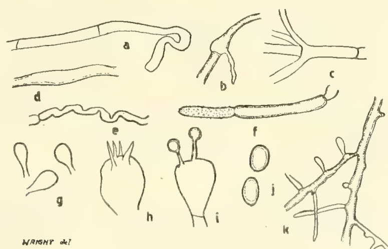


FIG. 4. — Características microscópicas de cultivo de *Fomes dependens* (Murrill) Sacc. & Trott.: *a*) hifa común con septas; *b*) hifa fibrosa con pequeña terminación hialina; *c*, ramificación múltiple; *d*) hifa fibrosa sin tabiques; *e*) hifa acintada típica del micelio sumergido; *f*) cistidio incrustado?; *g*) primordios de basidios; *h* e *i*) basidios; *j*) basidiosporos; *k*) ramificación múltiple de una hifa fibrosa. (Original; los dibujos no están en escala común; 2295 ×).

a cubrirlas a 24° C). *Zona marginal* festoneada a difusa, hialina, con poco o nada de micelio aéreo. *Capa miceliana* al principio uniformemente distribuída, aterciopelada en la región del inóculo, y algo más vellosa hacia el margen, colorada de amarillo fuerte (« Primuline Yellow » a « Light Cadmium »; OOY-18-12 a OY-17-12), azonada, formándose manchones de micelio algodonoso-lanoso, irregularmente distribuídos por toda la superficie, de color de paja (« Straw Yellow » a « Primuline Yellow »; OOY-18-12 a OOY-17-9). *Reverso* castaño obscuro dando la impresión de plumas radialmente dispuestas; no colora el agar. *Olor* no se notó durante las seis semanas, pero los cultivos viejos (cuatro meses) tenían fuerte olor a salicilato de metilo. *Fructificación* amorfa, sin poros visibles al cabo de seis semanas, pero con sus correspondientes elementos microscópicos.

Características hifales. — *Zona marginal* con hifas de dos tipos: *a*) hialinas, de paredes gruesas, 1,9-2,6 micrones de diámetro, y *b*) con contenidos granulosos y paredes delgadas, igual medida. *Micelio aéreo*: *a*) hifas coloradas, de paredes gruesas, no tabicadas en general, 2,9 micrones de diámetro; *b*) hifas fibrosas con ramificaciones múltiples, con contenido hialino que se colora suavemente con azul de anilina (Fig. 4 *k*). *Fructificación*: *a*) basidios globulosos, tetrasporados, 6,5-7,8 × 9,1-9,8 micrones; con contenidos granulosos fácilmente colorables; esterigmas 3,2 micrones de largo (Fig. 4 *g*, *h*, *i*); *b*) basidiosporas subglobosas a elipsoidales, 3,9-4,5 × 5,2-5,5 micrones, con episporio grueso, castañas (Fig. 4, *j*). *Micelio sumergido*: 1) hifas como en la zona marginal *a*), y 2) hifas acintadas, hialinas, plegadas (Fig. 4, *e*).

Reacción sobre agar con ácidos tánico y gálico. — Las zonas de difusión son fuertes a muy fuertes, creciendo bien sobre ambos medios (2 cm en dos semanas).

Poder antibiótico. — No se observó esta propiedad con respecto a las bacterias ensayadas.

Fomes chaquensis n. sp. (*) (Lám. II, 2)

a) Descripción del esporóforo. —

Pileo perenne, lignoso, durissimo, dimidiato-ungulato, cum parva superficie posteriore adheso; superficie rimosa, nigra, cum aspectu ligneo leviter combusti, in quasi tribus ex partibus quator; caetera, in margine proximo leucopheo, quasi cinereo, et profunde scisso. Margine obtuso vel rotundato, velutino, fertile infra. Contextus quasi nullum, in senectutem visibile tantum ad margine. Tubuli indistincte stratosi, parum diversificati, castaneo obscurato, illi plus veteri et magis clariores illi plus juniores; dispositione obliqua in plano pororum; in stratis visibilibus habentibus mensuram 1,5-2 mm pro longitudine, intus pleni cum mycelio albo. Poris distributis in superficie convexa, velutina, cinnamomeis; subcircularibus vel angularibus 5-8 per mm; dissepimentis crassis; cum saetis abundantibus. Sporis copiosis, globosis, subglobosis vel ellipsoideis, castaneis, cum episporio crasso; 3,9-5,2 × 4,5-6,5 micr. Basidiis cylindrico-globosis, tetrasporae, cum forma molari dente simile; 5,2-6,5 micr. latô, cum sterigmatis 2,6-3,9 micr. long. Saetis abundantibus ab abundantiores, ventricosis cum parietibus crassis, castaneis, 5,2-6,5 × 13-20 micr. Hyphis crassis, vacuis, septis bene visibilibus, 2-2,6 micr. lat. Crystallis observantur inclusis inter hyphas pseudoparenchimatosas, magnis, incoloris, prismaticis.

(*) No obstante ser más usual el adjetivo *chacoensis*, usamos éste por haber numerosas especies de poliporos « chacoensis ». Creemos útil, por otra parte, denominarlo « chaqueño » por ser casi específico de esa región.

Caracteres macroscópicos. — *Píleo* perenne, leñoso, muy duro, demediado-ungulado a ungulado, adherido por detrás por una pequeña superficie; (3-9,5)-11,5 cm × (2,5-8)-10,5 cm × (3,5)-10-(18) cm;

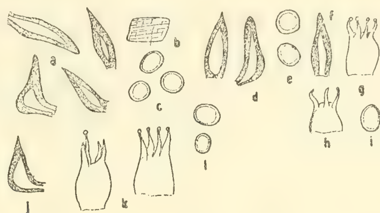


FIG. 5. — Características microscópicas de *Fomes chaquensis* n. sp.: *a*) Setas; *b*) cristal; *d*) esporas; *d-e*) setas y esporas del ejemplar B-283; *f-i*) setas, basidios y esporas del ejemplar B-285; *j-l*) setas, basidios y esporas del ejemplar B-286. (Original; los dibujos no están en escala común; 2295 ×).

superficie rimosa a muy rimosa, negra, con aspecto de madera chamuscada en más de las tres cuartas partes; el resto (cercano al margen) es gris ceniciento y está profundamente hendido por rajaduras concéntricas y radiales. Cuando joven esta porción es semejante al margen, castaña y aterciopelada. Margen romo a muy obtuso, aterciopelado, fértil debajo. *Contexto* muy escaso en los ejemplares viejos, confundiéndose con las primeras capas de tubos; es visible en los más jóvenes, siendo de color castaño-rojizo y subleñoso. *Tubos* indistintamente estratificados, poco diferenciados, de color castaño obscuro (« Warm sepia »; SO-3-6-) los más viejos, y más claros los recientes (« Clay color »; OOS-8-5); dispuestos en forma oblicua con respecto al plano de los poros; en las capas visibles mide 1,5-2 mm de longitud y están rellenos de micelio blanco. *Poros* distribuídos sobre una superficie convexa, aterciopelada, de color de canela (« Cinnamon brown » a « Verona brown »; OOS-3-10 a OOS-4-7); bocas subcirculares a angulares; 5-8 por mm, disepimentos gruesos; con setas abundantes.

Caracteres microscópicos. — *Basidiosporas* abundantes, globosas a subglobosas ó elipsoidales, de color castaño claro, con episporio grueso; 3,9-5,2 × 4,5-6,5 micrones (Fig. 5 *c*, *i*, *l*). *Basidios* cilíndrico-globosos, tetrasporados; su forma recuerda bastante a la de un molar (Fig. 5 *h*, *g*, *k*); 5,2-6,5 micrones de ancho, con esterigmas de 2,6-3,9 micrones de longitud. *Setas* abundantes a muy abundantes, ventricosas, de paredes gruesas y color castaño; 5,2-6,5 × 13-20 micrones (Fig. 5 *a*, *d*, *f*, *j*). *Hifas* gruesas, vacías, con septas bien

visibles; 2-2,6 micrones de ancho. *Cristales* se observaron incluídos, entre las hifas del pseudoparénquima, grandes, incoloros, prismáticos (Fig. 5 *b*).

b) DESCRIPCIÓN DEL CULTIVO (Lám. III, C; Fig. 6).

Clave patrón: 1 (1, 2) 12 (0, 7, 9) 2 2 2 2 2 2.

Cepas examinadas: ARGENTINA: Presidente Perón, Presidencia Victorino de la Plaza, huésped desconocido; LCF nº 739, y 740.

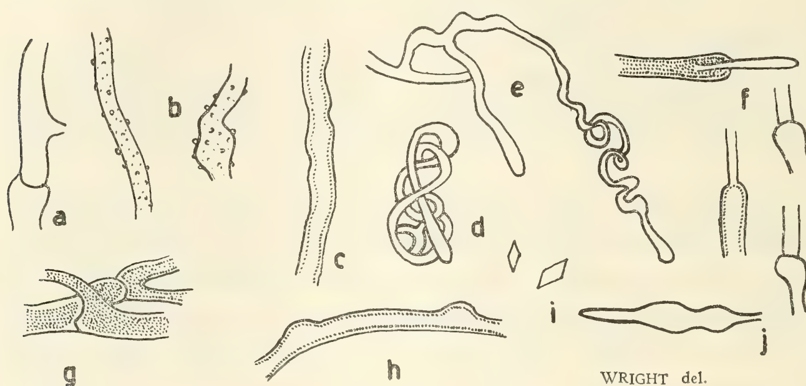


FIG. 6. — Características microscópicas de cultivo de *Fomes chaquensis* n. sp.: *a*) engrosamiento en los tabiques; *b*) hifas incrustadas; *c*) hifa fibrosa, con paredes gruesas; *d*) terminación hifal en ovillo; *e*) hifas delgadas, acintadas, del micelio sumergido; *f*) terminaciones hifales típicas; *g*) ramificaciones entrecruzadas; *h*) hifa fibrosa con engrosamientos; *i*) cristalitos; *j*) terminación hifal. (Original; los dibujos no están en escala común; 2295 ×).

Características del desarrollo (Lám. III, C). — *Crecimiento* moderadamente rápido, ya que las cajas quedaron cubiertas en 4 semanas a 29° C (y en 6 semanas a 24° C). *Zona marginal* con borde liso, micelio aéreo hialino, velloso-afelpado y aterciopelado, extendiéndose hasta el límite del crecimiento. *Capa miceliana* compacta, fácilmente separable del medio, algodonoso-afelpada, con montículos de micelio nuevo, más claro que el resto, cubriendo la región del inóculo y adyacencias; color muy parejo durante las seis semanas, ocre blanquecino en la parte central, subzonado y más obscuro hacia los bordes, formando como un halo; debajo de los montículos de micelio claro puede verse el más obscuro (« Pinkish buff » a « Cream buff » en la parte central, haciéndose « Clay color » en los bordes; O-19-12 a O-15-8). *Reverso* no colorado durante las seis semanas, pudiéndose ver el color de la capa miceliana a través del agar. *Olor* no tiene. *Fructificación* no se observó en ningún momento.

Caracteres hifales. — *Zona marginal* con hifas de dos clases: *a*) de paredes gruesas y amarillentas, tabicadas; 1,3-1,8 micrones, contenido hialino, no toman el colorante, y *b*) similares a las anteriores, pero con contenidos granulosos, finos, colorables; poco tabicadas y ramificadas; éstas son más escasas que las anteriores. *Micelio aéreo*: *a*) hifas fibrosas, amarillentas, flexuosas, de paredes engrosadas (Fig. 6 *h*); no coloran; a veces se encuentran entrelazadas, formando lazos y bucles; diámetro hasta 2 micrones; *b*) hifas incoloras, de contenido granuloso, tabicadas, presentando a veces engrosamientos en los tabiques; 1,6-1,9 micrones de diámetro, ramificadas; las ramificaciones son más angostas, onduladas, no tabicadas, de aproximadamente 1 micrón de ancho, y *c*) hifas incrustadas, amarillas. *Micelio sumergido* con hifas que coloran bien, observándose algunas con terminaciones espiraladas. *Cristales* se observaron en la parte sumergida cercana al margen, a veces formando maclas, pero no muy abundantes (Fig. 6 *i*).

Reacción con ácidos tánico y gálico. — Las zonas de difusión son fuertes a muy fuertes, creciendo bien el micelio sobre ambos medios (25 mm sobre gálico y 34-41 mm sobre tánico, al término de dos semanas.

Poder antibiótico. — El micelio del hongo no demostró poseer esta propiedad con respecto a las bacterias ensayadas.

Material examinado:

Argentina: Presidente Perón, Presidencia Victorino de la Plaza, leg. J. Martinoli, IV-1949; LPS 18519 (cultivo puro LCF nº 740). Huésped no anotado (*Typus*). Según John A. Stevenson (EE. UU.) podría considerarse una variedad de *Fomes igniarus*. — Presidente Perón, Presidencia Victorino de la Plaza, leg. J. Martinoli, IV-1949; Herb. LCF nº B-283 (cultivo puro LCF nº 739). — Presidente Perón, Presidencia R. S. Peña, leg. Santiago Zabala, 6-III-1948; Herb. LCF nº B-97. Sobre árboles vivos y muertos de *Schinopsis Balansae*; det. John A. Stevenson (EE. UU.) como *F. dependens* (Murrill) Sacc. & Trott. — Presidente Perón, Presidencia Victorino de la Plaza, leg. J. J. García, VI-1947; Herb. LCF nº B-284. Sobre « guayacán » (*Caesalpinia melanocarpa*). — Presidente Perón, leg. N. Yourchenko, VIII-1948; Herb. LCF nº B-285. Sobre « guayacán » (*Caesalpinia melanocarpa*). — Presidente Perón, leg. N. Yourchenko, VIII-1948; Herb. LCF nº B-286. Sobre « guayacán » (*Caesalpinia melanocarpa*). — Presidente Perón, leg. N. Yourchenko, VIII-1948; Herb. LCF nº B-287. Sobre « guayacán » (*Caesalpinia melanocarpa*). — Presidente Perón, Presidencia Victorino de la Plaza, leg. C. L. Iaconis, 9-X-1950. Sobre quebracho colorado (*Schinopsis Balansae*); Herb. LCF nº B-386 (cultivo puro nº 451). — Presidente Perón, Presidencia Victorino de la Plaza, leg. C. L. Iaconis, 6-X-1950; Herb. LCF nº B-425 (cultivo

puro nº 1033). Sobre rollizo de « urunday » podrido (*Astronium Balansae*). — Presidente Perón, Presidencia Victorino de la Plaza, leg. C. L. Iaconis, 11-X-1950; Herb. Dirección Forestal, torta M-18, corresponde a ejemplar Herb. LCF nº B-421 (cultivo puro nº 1023). — Presidente Perón, Villa Angela, leg. C. L. Iaconis, 29-IX-1950; Herb. LCF nº B-418 (cultivo puro nº 1022). Sobre quebracho colorado (*Schinopsis Balansae*). — Presidente Perón, Presidencia Victorino de la Plaza, leg. C. L. Iaconis, 10-X-1950; Herb. LCF nº B-422 (cultivo puro nº 1029). Sobre quebracho colorado (*Schinopsis Balansae*). — Presidente Perón, Villa Angela, leg. C. L. Iaconis, 29-IX-1950; Herb. LCF nº B-450 (cultivo puro nº 1051). Sobre trozo de rollizo « atabacado » de quebracho colorado (*Schinopsis Balansae*). — Presidente Perón, Las Breñas, leg. C. L. Iaconis, 30-IX-1950; Herb. LCF nº B-419 (cultivo puro nº 1023). Sobre quebracho colorado (*Schinopsis Balansae*). — Presidente Perón, Presidencia Victorino de la Plaza, lote de Ortega, leg. C. L. Iaconis, 10-X-1950; Herb. LCF nº B-420 (cultivo puro nº 1024). Sobre quebracho colorado (*Schinopsis Balansae*). — Formosa, Bermejo, leg. Kermés nº 742, 27-I-1901, det. C. Iaconis (IX-1951); BAB nº 76262. — La Rioja, Sierra de Alta, leg. A. Castellanos, 3-II-1940; BA nº 3530. Sobre *Schinopsis* sp. Determinó L. Bonar (EE. UU.) como *F. rimosus*.

Observaciones. — Esta especie es muy afín a varias otras que presentan el mismo aspecto interno, y no sería extraño que muchas veces fuese identificada como alguna de ellas. Entre otras, se asemeja a *F. rimosus*, pero se diferencia de ella por la presencia de numerosas setas y la ausencia casi total de contexto; es similar en muchos aspectos a *F. endotheius* Berk., pero de superficie mucho más resquebrajada (rimosa); la mayor afinidad la tiene con *F. yucatanensis* (Murrill) Sacc. y Trott., pero el margen es más obtuso y mayor el número de setas, y, además, el contexto es algo más obscuro.

Según Stevenson (*in litt.*), que comparó nuestro tipo con el de *F. yucatanensis*, ambos pueden diferenciarse perfectamente. Otra especie muy parecida es *F. Everhartii*, pero la ausencia del contexto en los ejemplares adultos y la naturaleza de las setas de *F. chaquensis* permiten diferenciar ambas especies. *F. badius* es también similar, pero nuestra especie tiene un píleo mucho más rimoso, y sus poros y basidiosporas, a juzgar por los materiales de aquella especie, identificados por Bresadola, que se encuentran en el Instituto Spegazzini, son mucho más pequeños. Todos estos hongos pertenecen, sin duda, a una misma agrupación, y es probable que su taxonomía sólo pueda dilucidarse mediante un estudio comparativo de los tipos, tarea que resultaría altamente productiva.

Para Stevenson, nuestros hongos serían una variedad de *F. igniarius*, pero consideramos que tal cosa no es posible debido al

color de las esporas, que en aquella especie son hialinas (cfr. *Phellinus*), y en la nuestra coloradas, y pertenecerían, de acuerdo con el criterio que ha imperado hasta ahora, a dos grupos diferentes. Si bien podría aducirse que este detalle no basta para establecer una nueva especie —con lo que estamos de acuerdo, en cierto modo—, la circunstancia de haber comprobado que los cultivos de nuestra especie se comportan de manera muy distinta, en varios sentidos, que los de *F. igniarius* de procedencia diversa, que hemos estudiado, nos anima a delimitar la nueva especie tal como se indica más arriba. Este hecho, de tomar en cuenta el comportamiento en cultivo, no lo hacemos nosotros por primera vez, sino que varios micólogos lo han hecho antes. El nombre de la nueva especie, con la salvedad anotada al pie de página en la diagnosis, se justifica por ser típicamente un hongo xilófago de la región del Chaco, y la mayor parte de las muestras estudiadas proceden de ella. Recíprocamente, puede afirmarse que es una de las especies que se encuentran con mayor frecuencia.

* * *

Este trabajo no hubiera podido completarse sin la eficaz ayuda proporcionada por numerosas personas a quienes agradecemos sinceramente su cooperación. Consideramos una obligación especial destacar la gentileza puesta de manifiesto por los señores: Prof. Ing. Agr. Juan C. Lindquist, a cargo del Instituto Spegazzini, de la Universidad Nacional de La Plata, al facilitarnos en préstamo ejemplares del herbario de dicha institución, y por leer el manuscrito, aportando sugerencias de interés; Dr. John A. Stevenson, de la División de Micología del Bureau of Plant Industry, U. S. Dept. of Agriculture, por la determinación de varios ejemplares y sus autorizados comentarios; Dres. William J. Robbins y Donald P. Rogers, Director y Curador de Micología, respectivamente, del Jardín Botánico de Nueva York, por enviarnos material tipo, R. P. Balduino Rambo, del Colegio Anchieta, S. Leopoldo (Brasil), quien nos envió en préstamo ejemplares del Herbario Rick; Dra. M. K. Nobles, de la División de Botánica y Patología Vegetal del Depto. de Agricultura del Canadá, quien nos facilitó bibliografía y cultivos; ingenieros agrónomos J. Martinoli y J. J. M. García, de la Administración Nacional de Bosques, quienes nos enviaron materiales; Ing. Agr. Santiago Zabala, por su estrecha colaboración; Sra. Marta

Viard de Cortelezzi, quien ejecutó una de las láminas, y Sr. Nicolás Yourchenko, de la Administración Nacional de Bosques, por remitirnos materiales. Quedamos reconocidos, asimismo, al Prof. Ing. Agr. Juan B. Marchionatto, por la lectura del original y las útiles observaciones que nos formulara. Finalmente, agradecemos vivamente la amplia colaboración que nos brindó en todo momento el personal auxiliar de la División de Fitopatología.

Bibliografía

1. Badcock, E. C. — « Preliminary account of the odour of wood-destroying fungi in culture ». *Trans. Brit. Mycol. Soc.* XXIII (1939), 188-198.
2. Badcock, E. C. — « New methods for the cultivation of wood-destroying fungi ». *Trans. Brit. Mycol. Soc.* XXV (1941), 200-205.
3. Badcock, E. C. — « Methods for obtaining fructifications of wood-destroying fungi in culture ». *Trans. Brit. Mycol. Soc.* XXVI (1943), 127-132.
4. Bavendamm, W. — « Uber das Vorkommen un den Nachweiss von Oxydasen bei Holzzerstorenden Pilzen ». — *Z. Pflanzenkrank. Pflanzenschutz.* XXXVIII (1928), 257-276. (Obra no consultada).
5. Baxter, D. V. — « *Fomes fraxineus* in culture ». *Papers Mich. Acad. Sci.* IV (1924), 55-56.
6. Baxter, D. V. — « Some resupinate polypores from the region of the Great Lakes. IV ». *Papers Mich. Acad. Sci.* XVII (1933), 421-439.
7. Baxter, D. V. — « Some resupinate polypores from the region of the Great Lakes. V ». *Papers Mich. Acad. Sci.* XIX (1934), 305-332.
8. Baxter, D. V. — « Some resupinate polypores from the region of the Great Lakes. VI ». *Papers Mich. Acad. Sci.* XX (1935), 273-281.
9. Baxter, D. V. — « Some resupinate polypores from the region of the Great Lakes. VII ». *Papers Mich. Acad. Sci.* XXI (1936), 243-267.
10. Baxter, D. V. — « Some resupinate polypores from the region of the Great Lakes. XV ». *Papers Mich. Acad. Sci.* XXIX (1944), 85-109.
11. Baxter, D. V. — « Some resupinate polypores from the region of the Great Lakes. XVI ». *Papers Mich. Acad. Sci.* XXX (1945), 175-191.
12. Baxter, D. V., y Manis, W. E. — « *Polyporus Ellisianus* (Murr.) Sacc. & Trott. and *Polyporus anceps* Peck in culture: a study of isolates from widely separated forest regions ». *Papers Mich. Acad. Sci.* XXIV (1939), 189-195.
13. Benton, V. L., y Ehrlich, J. — « Variations in culture of several isolates of *Armillaria mellea* from Western white pine ». *Phytopathology* XXXI (1941), 803-811.
14. Biggs, R. — « Cultural studies in the Thelephoraceae and related fungi ». *Mycologia* XXX (1938), 64-78.
15. Bose, S. R. — « On the biology of wood-rotting fungi ». *J. Linnean Soc. London* XLVIII (1930), 417-438. (Obra no consultada).
16. Bose, S. R., y Sarkar, S. N. — « Enzymes of some wood-rotting Polypores ». *Proc. Roy. Soc. London, B*, CXXIII (1937), 193-213.

17. Campbell, A. H. — « Contribution to the biology of *Collybia radicata* (Relh.) Berk. ». *Trans. Brit. Myc. Soc.* XXII (1938), 151-159.
18. Campbell, W. A. — « The cultural characteristics of *Fomes connatus* ». *Mycologia* XXIX (1937), 567-571.
19. Campbell, W. A. — « The cultural characteristics of the species of *Fomes* ». *Bull. Torrey bot. Cl.* LXV (1938), 31-69.
20. Cartwright, K. St. G. — « Notes on Basidiomycetes grown in culture ». *Trans. Brit. Myc. Soc.* XIV (1929), 300-305. (Obra no consultada).
21. Cartwright, K. St. G. — « Further notes on Basidiomycetes in culture ». *Trans. Brit. Myc. Soc.* XVI (1932), 304-307. (Obra no consultada).
22. Cartwright, K. St. G., y Findlay, W. P. K. — « The principal rots of English Oak ». *H. M's Stationery Office,* London (1936).
23. Cartwright, K. St. G., y FindlayW. P. K. — « Decay of timber and its prevention ». *H.M's Stationery Office,* London (1946).
24. Childs, T. W. — « Variability of *Polyporus Schweinitzii* in culture ». *Phytopathology* XXVIII (1937), 29-50.
24*a*. Cunningham, Q. H. — « Notes on Classification of the Polyporaceae ». *N. Zeal. Journ. Sci. Tech.* 28 (1946), A: 238-251.
25. Darley, E. F., y Christensen, C. — « The culture designated Madison 517 identified as *Polyporus tulipiferus* ». *Phytopathology* XXXV (1945), 220-222.
26. Davidson, R. W., y Campbell, W. A. — « Decay in merchantable black-cherry on the Alleghany ».
27. Davidson, R. W.; Campbell, W. A., y Blaisdell, D. J. — « Differentiation of wood-decaying fungi by their reactions on gallic or tannic acid medium ». *Jour. Agric. Res.* LVII (1938), 683-695.
28. Davidson, R. W.; Campbell, W. A., y Blaisdell Vaughn, D. — « Fungi causing decay on living oaks in the Eastern United States and their cultura identification ». *U. S. Dept. Agr. Tech. Bull.* nº 785 (Jan. 1942), 1-65.
29. Edgecombe, A. E. — « The growth rate of several wood-inhabiting fungi ». *Phytopathology* XXXI (1941), 825-831.
30. Fritz, C. W. — « Cultural criteria for the distinction of wood-destroying fungi ». *Trans. Roy. Soc. Can.* XVII (1923), 191-298.
31. Haas, P., y Hill, T. G. — « An introduction to the chemistry of plant products ». Vol. I, Longmans, Green Co. (19..). (Obra no consultada).
32. Hillborn, M. T. — « The biology of *Fomes fomentarius* ». *Maine Agr. Expt. Sta. Bull.* 409 (1942).
33. Hirt, R. R. — « The biology of *Polyporus gilvus* (Schw.) Fr. — *N. Y. State Coll. Foresty Syracuse Univ. Tech. Publ.* XXII (1928), 1-47.
34. Hirt, R. R. — « On the biology of *Trametes suaveolens* (L.) Fr. — *N. Y. State Coll. Forestry, Syracuse Univ. Tech. Publ.* XXXVIII (1932), 1-36.
35. Hopp, H. — « Appearance of *Fomes igniarius* in culture ». *Phytopathology* XXVI (1936), 915-917.
36. Hopp, H. — « Sporophore production by *Fomes applanatus* in culture ». *Phytopathology* XXVIII (1938), 356-358.
37. Humphrey, C. J., y Siggers, P. V. — « Temperature relations of wood-destroying fungi ». *Jour. Agr. Res.* XLVII (1933), 997-1008.

38. Lloyd, C. G. — « Mycological Writings 4 ». *Myc. Lett.* nº 39. Cincinnati (1912), 2.
39. Lloyd, C. G. — Ibíd. *Myc. Lett.* nº 48. Cincinnati (1913), 8.
40. Lloyd, C. G. — « Synopsis of the genus *Fomes* ». Cincinnati (1915).
41. Lloyd, C. G. — « Mycological Writings 5 ». *Myc. Lett.* nº 65. Cincinnati (1917), 8.
42. Lloyd, C. G. — Ibíd., 6. *Myc. Notes.* Cincinnati (1920), 1091.
43. Lloyd, C. G. — Ibíd., 7. *Myc. Notes.* Cincinnati (1923), 1209.
44. Long, W. H., y Harsch, R. M. — « Pure cultures of wood-rotting fungi on artificial media ». *Jour. Agr. Res.* XII (1918), 33-82.
45. Mounce, I. — « Studies in forest pathology. II. - The biology of *Fomes pinicola* (Sw.) Cooke ». *Dominion Canada Dept. Agr. Bull.* III (n. s.) (1929).
46. Mounce, I. — « Notes on sexuality in *Fomes pinicola* (Sw.) Cooke, *F. roseus* (Fr.) Cooke, *Polyporus Tuckahoe* (Güssow) Sacc. & Trott., *P. resinosus* (Schrad.) Fr., *P. anceps* Peck, *Lenzites saepiaria* Fr., *Trametes protracta* Fr. and *T. suaveolens* (L.) Fr. ». *Proc. Can. Phytopath. Soc.* (1929), 27-28.
47. Mounce, I. — « Sexuality and cultural studies of wood-destroying fungi ». In *Rept. Dominion Botanist* 1931-1934, Ottawa (1935).
48. Mounce, I., y Macrae, R. — « The behaviour of paired monosporous mycelia of *Lenzites saepiaria* Wulf.) Fr., *L. trabea* (Pers.) Fr., *L. thermophila*, Falck, and *Trametes americana* Overh. ». *Can. Jour. Res.*, C, XIV (1936) 215-221.
48*a*. Mounce, I., y Macrae, R. — « The behavior of paired monosporous mycelia of *Fomes roseus* (Alb. & Schw.) Cooke and *F. subroseus* (Wea) Overh. ». *Can. Jour. Res.*, C, XV (1937), 154-161.
49. Mounce, I., y Macrae, R. — « Interfertility phenomena in *Fomes pinicola* ». *Can. Jour. Res.*, C, XVI (1938), 354-376.
50. Murrill, W. A. — « Fungi ». *North American Flora* IX, Pt. II (1908), 106.
51. Murrill, W. A. — « Polyporaceae of Jamaica ». *Mycologia* II (1910), 195.
52. Murrill, W. A. — « Tropical Polypores ». New York (1915).
53. Murrill, W. A. — «Cuban Polypores and Agarics». *Mycologia* XI (1919), 26.
54. Murrill, W. A. — « Bahamas Fungi ». *Mycologia* XI (1919), 222.
55. Murrill, W. A. — « Florida Fungi ». *Mycologia* XV (1923), 279.
56. Nobles, M. K. — « A contribution towards the clarification of the *Trametes serialis* complex ». *Can. Jour. Res.*, C, XXI (1943), 211-234.
57. Nobles, M. K. — « Studies in forest pathology. VI. Identification of cultures of wood-rotting fungi ». *Can. Jour. Res.*, C, XXVI (1948), 281-431.
58. Noecker, N. L. — « Vitamin B_1 in the nutrition of four species of wood-destroying fungi ». *Amer. J. Bot.* XXV (1938), 345-348.
59. Owens, C. E. — « Studies on the wood-rotting fungus *Fomes pini*. II. Cultural characteristics ». *Amer. J. Bot.* XXIII (1936), 235-254.
60. Putterrill, V. A. — « The biology of *Schizophyllum commune* Fr., with special reference to its parasitism ». *Union S. Africa Dept. Agr. Sci. Bull.* 25 (1922).
61. Refshauge, L. D., y Proctor, E. M. — « The diagnosis of some wood-destroying Australian Basidiomycetes by their cultural characteristics ». *Proc. Roy. Soc. Victoria* XLVIII (1936), 105-123. (Obra no consultada).

62. RICK, J. — « Contributio ad monographiam Polyporacearum Riograndensium. II ». *Broteria ser. Bot.*, XXI, fasc. I (1924), 32.
63. RIDGWAY, R. — « Color Standards and Color Nomenclature ». Washington, D. C. (1912).
64. ROBAK, H. — « Studies in the biology of wood-destroying Hymenomycetes. I. Contribution to the knowledge of homothally and heterothally in some species of Thelephoraceae and Polyporaceae ». *Nytt. Mag. Naturvidenskap.* LXXVI (1936), 5-13. (Obra no consultada).
65. ROBAK, H. — « Cultural studies in some Norwegian wood-destroying fungi. A biological study and contribution to diagnostics of wood decay ». *Medd. 25 Vestlandets Forstlige Forsoksstation,* Bergen (1942). (Obra no consultada).
66. SACCARDO, P. A. — « Sylloge Fungorum ». *Patavii* (1888-1925). Ed. litogr., 1944.
67. SNELL, W. H.; HUTCHINSON, W. G., y NEWTON, K. H. N. — « Temperature and moisture relations of *Fomes roseus* and *Trametes subrosea* ». *Mycologia* XX (1928), 276-291.
68. TORREND, C. — « As poliporaceas da Bahia e estados limitrofes ». *An. 1ª Reun. Sul-Amer. Bot. Rio de Janeiro,* II (1938), 325-341.
69. VANDENDRIES, R. — « Nouvelles investigations dans le domain sexuel des Hyménomycetes ». *Bull. Soc. Mycol. France* XLIX (1933), 130-165.
70. VANDENDRIES, R. — « Les barrages sexuels chez *Lenzites betulina* (L.) Fr. ». *Compt. Rend. Acad. Sci. Paris* CXCVIII (1934), 193-195.
71. VANDENDRIES, R. — « Nouvelles recherches expérimentales sur les barrages sexuels de *Lenzites betulina* (L.) Fr. ». *Genetica* XVI (1934), 389-400. (Obra no consultada).
72. VANDENDRIES, R. — « Les tendences sexuelles chez les Polypores. I. *Leptoporus adustus* (Fr. ex Willd.) Quél. ». *Rev. Mycol.* I (n. s.) (1936), 85-92.
73. VANDENDRIES, R. — « Les tendences sexuelles chez les Polypores. II. *Leucoporus arcularius* (Batsch) Quél. ». *Rev. Mycol.* I (n. s.) (1936), 181-190.
74. VANDENDRIES, R. — « Les tendences sexuelles chez les Polypores. III. *Melanopus squamosus* (Huds.) Pat. ». *Bull. Soc. Mycol. France* LII (1936), 351-362.
75. VANDENDRIES, R., y BRODIE, H. J. — « La tetrapolarité et l'étude expérimentale des barrages sexuels chez les Basidiomycetes ». *Bull. Acad. Roy. Belgique* XIX (1933), 3-8. (Obra no consultada).
76. VANDENDRIES, R., y BRODIE, H. J. — « Nouvelles investigations dans le domaine de la sexualité des Basidiomycetes et l'étude experimentale desbarrages sexuels ». *La Cellule* XLII (1933), 165-210. (Obra no consultada).
77. VERRALL, A. F. — « Variation in *Fomes igniarius* (L.) Gill. — *Min. Agr. Exp. Sta. Tech Bull.* 117 (1937).
78. VILLALOBOS-DOMÍNGUEZ, C., y VILLALOBOS, J. — « Atlas de los colores ». Buenos Aires (1947).
79. WALEK-CZERNECKA, A. — « Sur les champignons destructeurs des traverses de chemin de fer en Pologne ». *Acta Soc. Botan. Poloniae* X (1933),179-290. (Obra no consultada).
80. WHITE, J. H. — « On the biology of *Fomes applanatus* (Pers.) Wallr. ». *Trans. Roy. Can. Inst.* XII (1920), 133-174.

81. Wilkins, W. H. — « Investigation into the production of bacteriostatic substances by fungi. A revision of the testing method ». *Ann. appl. Biol.* XXXVI (1949), 257-269.
82. Wilkins, W. H., y Harris, G. C. M. — « Investigation into the production of bacteriostatic substances by fungi. A method for estimating the potency and specificity of the substances produced ». *Ann. appl. Biol.* XXX (1943), 226.
83. Wright, J. E. — « Estudios sobre Basidiomycetes. I. *Favolus squamiger* Berk. en la Argentina ». *Minist. Agric., Inst. San. Veg.*, A, IV, 44 (1948), 1-16.

31 de julio de 1951.

Sección Micología
División de Fitopatología

ERRATA

T. CLV, E. VI, Pág. 144, Indice General, renglón tercero a partir de abajo

Dice: (*Conclusión*); debe decir: (*Continuación*).

PUBLICIDAD C. V

FrancVal **José Franchini Ltda.**

CAPITAL $ 1.000.000.- m/n.

CARABELAS 2398 - AVELLANEDA - T. E. 22-4015

ANDINIX L S S 100

NATURALEZA:
"alquil sulfato sódico".

FORMULA QUIMICA:
$C_{12}H_{25}OSO_3Na$ (la molécula representada en el dibujo).

REACCION: neutra.

ANALISIS QUIMICO: (a)

% ingrediente activo	25-27
% sales inorgánicas	< 7
% H20	70-72
Alcalinidad libre (% CO3 Na2)	<0.1
% cenizas	<10
% ClNa	< 4

DATOS FISICO - QUIMICOS:
tensión superficial (solución 4 ‰) 31.5 dinas/cm.

Volumen de espuma: Solución 3 ‰ (pH 7)	450 cc.
Solución 3 ‰ (pH 3)	450 cc.
Solución 3 ‰ (agua dura 55°F)	450 cc.

APARIENCIA: (b) pasta crema nacarada debajo de los 20-25°C.

USO ESPECIFICO: agente espumante, humectante, detergente y emulsionante para la industria cosmética, en especial para la elaboración de champú.

OTROS USOS:
a causa de sus propiedades tenso-activas, y las características favorables de resistencia al agua dura, ácidos, bases y sales, encuentra aplicaciones diversas, en especial como auxiliar en la industria textil.

a) INGREDIENTE ACTIVO:
La suma de: materia grasa total, SO3 combinado, y Na combinado.

b) también se dispone de ANDINIX L S Liquido y ANDINIX L S Polvo.

Son "PRODUCTOS" nuestros!

Podemos decir, sin temor a equivocarnos, que no han estado nunca a nuestro servicio técnicos que hayan trabajado en otras empresas del ramo, ni nacionales ni extranjeras. De nuestra fábrica han salido, en cambio, numerosos técnicos que hoy aplican de distinta manera las experiencias adquiridas con nosotros. Otro producto que nos llena de orgullo es

ANDINIX L S S 100

ANALES

DE LA

SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA

DIRECTOR: ALBERTO G. URCELAY

AGOSTO-OCTUBRE 1953 — ENTREGAS II, III y IV — TOMO CLVI

SUMARIO

BUENOS AIRES
AVDA. SANTA FE 1145
—
1953



SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA

ADVERTENCIA.— Los colaboradores de los Anales son personalmente responsables de la tesis sustentada en sus escritos. Tienen derecho a la corrección de dos pruebas. Los que deseen tirada aparte de 50 ejemplares de sus artículos, deben solicitarla por escrito. Artº 10 del Reglamento de los "ANALES" (modificado por la J. D. en su sesión de fecha 4 de septiembre 1941). Los escritos originales destinados a la Dirección de los "Anales", serán remitidos a la Gerencia de la Sociedad, avenida Santa Fe 1145, a los efectos de registrar la fecha de entrega para luego enviarlos al señor Director. La Sociedad no tomará en consideración las observaciones de los autores que se refieran a cualquier anormalidad, si no se ha cumplido con el requisito indicado.

Impreso en los Talleres Gráficos "TOMAS PALUMBO" - La Madrid 311-325 - Buenos Aires

EL ESTADO DE VELOCIDAD Y LA CIRCUNFERENCIA DE INFLEXION EN EL MOVIMIENTO PLANO

POR

PEDRO LONGHINI

1. — Es sabido que, en un movimiento plano, el centro instantáneo de rotación es un punto fijo a la figura móvil que en ese instante tiene velocidad de arrastre nula, y si se considera la curva ruleta —polar móvil— en su movimiento sobre la curva base —polar fija—, el centro instantáneo es un punto móvil del plano móvil tal que su velocidad relativa es igual a la velocidad absoluta.

La velocidad de un punto genérico R_i de la figura móvil expresada en función de la rotación en torno del polo C, es:

$$\mathbf{v}_i = \boldsymbol{w} \wedge (R_i - C) \qquad [1]$$

y su aceleración

$$\frac{d\mathbf{v}_i}{dt} = \frac{d\boldsymbol{w}}{dt} \wedge (R_i - C) + \boldsymbol{w} \wedge [\boldsymbol{w} \wedge (R_i - C)] - \boldsymbol{w} \wedge \frac{dC}{dt} \qquad [1']$$

desarrollando el segundo término del segundo miembro y designando con $\mathbf{v}_c = \frac{dC}{dt}$, que es la velocidad de alternación del polo, que, como se ha dicho más arriba, es la velocidad absoluta igual a la relativa del punto C, se tiene

$$\mathbf{a}_i = \frac{d\boldsymbol{w}}{dt} \wedge (R_i - C) - \omega^2 (R_i - C) - \boldsymbol{w} \wedge \mathbf{v}_c \qquad [2]$$

que sustituye a la [1′].

La aceleración del punto C, supuesto fijo a la figura móvil, se obtiene haciendo $R_i = C$, y es

$$\mathbf{a}_c = - \boldsymbol{w} \wedge \mathbf{v}_c \qquad [3]$$

El punto C, considerado en su movimiento relativo sobre la polar móvil, tendrá una aceleración tangencial de dirección $\mathbf{v}_c$ y una aceleración centrípeta que, si r_1 es el radio de curvatura de la ruleta, estará expresada por

$$a_{cr} = \frac{v_c^2}{r_1} \qquad [4]$$

El punto C, considerado en su movimiento absoluto sobre la polar fija, tendrá una aceleración tangencial —de dirección igual a $\mathbf{v}_c$— y una aceleración centrípeta que si r_2 es el radio de curvatura de la base, vale

$$a_{ca} = \frac{v_c^2}{r_2} \qquad [5]$$

Teniendo en cuenta que la [3] tiene la dirección de las [4] y [5] y que expresa la aceleración de arrastre del punto C y, además, que la aceleración complementaria vale

$$\mathbf{a}_c' = 2\, \boldsymbol{w} \wedge \mathbf{v}_c \qquad [6]$$

y tiene la misma dirección que las [3], [4] y [5], resulta que la aceleración tangencial absoluta de C es igual a la relativa, y entre las aceleraciones normales se verifica que la absoluta es igual a la suma de las: relativa, de arrastre y complementaria, o sea:

$$\pm \frac{v_c^2}{r_2} = \pm \frac{v_c^2}{r_1} - \omega v_c + 2\, \omega \mathbf{v}_c \qquad [7]$$

donde el signo + corresponde al sentido dado por $\boldsymbol{w} \wedge \mathbf{v}_c$ y — al opuesto.

Si los centros de curvatura de la ruleta y la base están del mismo lado de C, de la [7] resulta

$$v_c \left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1} \right) = \pm\, \omega \qquad [8]$$

Correspondiendo el signo positivo cuando dichos centros están indicados por vectores de igual sentido que el vector $\boldsymbol{w} \wedge \mathbf{v}_c$, y el negativo en el caso que tengan sentido opuesto; mientras que si el vector que indica el centro de curvatura de la base coincide

con la dirección y sentido de $w \wedge \mathbf{v}_c$ y el de la ruleta está del lado opuesto, de la [7] se obtiene:

$$v_c\left(\frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_1}\right) = +\,\omega \qquad [9]$$

Si la posición de los centros aludidos es la opuesta en ambos a la últimamente indicada, el signo de ω será negativo.

2. — Considerando nuevamente la [2], se constata que entre los puntos situados en la normal a $\mathbf{v}_c$ que pasa por C, debe haber uno que tiene aceleración centrípeta nula, para el cual supuesto que $R_i = C_2$, se tiene

$$-\,\omega^2 (C_2 - C) - w \wedge \mathbf{v}_c = 0$$

de donde

$$C_2 - C = -\frac{w \wedge \mathbf{v}_c}{\omega^2} \qquad [1]$$

cuyo módulo es

$$C_2 C = \frac{v_c}{\omega} \qquad [2]$$

Este punto C_2 perteneciente a la circunferencia de inflexión (lugar de los puntos del plano móvil que en ese instante pasan por puntos de inflexión de sus respectivas trayectorias), está situado con C en un diámetro de ésta que vale, de acuerdo con la [2] y las [8] y [9] del nº 1,

$$C_2 C = \frac{v_c}{\omega} = 1 : \left(\frac{1}{r_2} \pm \frac{1}{r_1}\right) \qquad [3]$$

El signo negativo de la [1] indica que ese diámetro $C_2 - C$ tiene una dirección tal que forma un ángulo igual a 270° contado desde el vector $\mathbf{v}_c$, o sea, el centro de la circunferencia de inflexión está sobre la recta $O_1 O_2$ de los centros de curvatura de la base y la ruleta y del lado que indica el sentido del vector $-\,w \wedge \mathbf{v}_c$.

Resulta así que la circunferencia de inflexión queda fijada con el conocimiento del estado de velocidad, y de los centros de curvatura de la ruleta y la base en el instante considerado.

No ocurre lo mismo con la circunferencia de variación —lugar de los puntos del plano móvil que en ese instante tiene aceleración

tangencial nula — que para su conocimiento se requiere saber cuál es el módulo $\left|\frac{dw}{dt}\right| = \varepsilon$, o sea tener determinado el estado de aceleración del plano móvil.

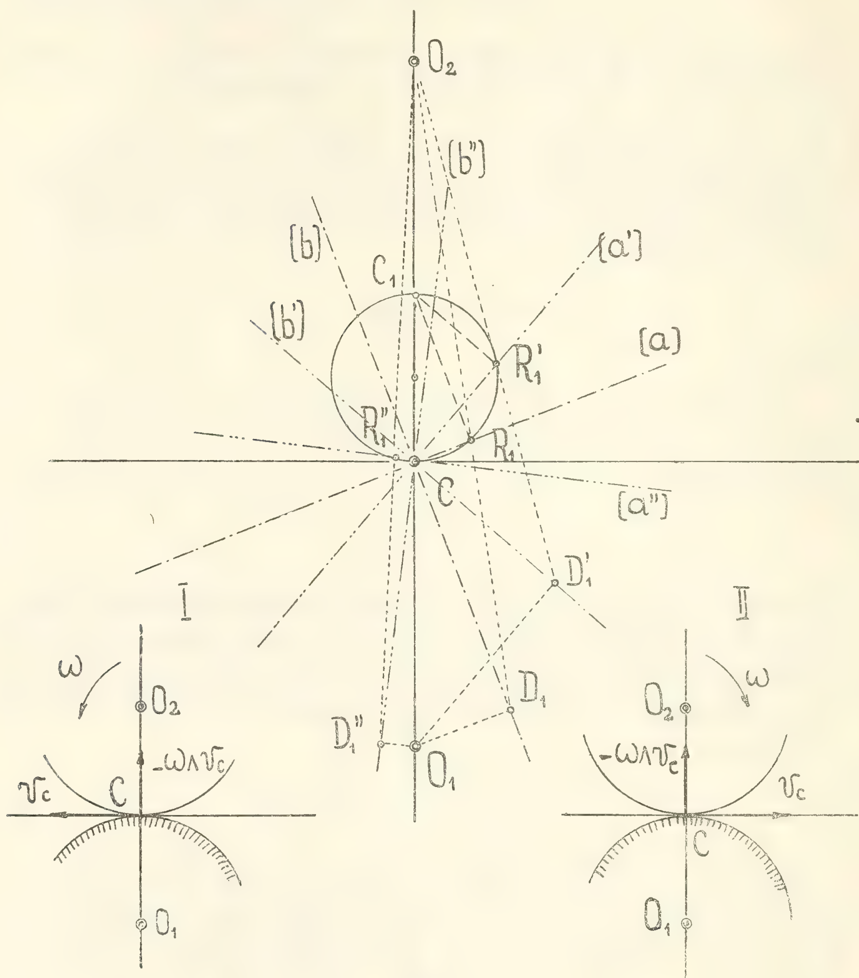


Fig. 1.

3. — La dependencia exclusiva de la circunferencia de inflexión del estado de velocidad, pudo ser también puesta en evidencia por un procedimiento gráfico, teniendo en cuenta la fórmula de Savary y su consecuencia (1).

(1) Lecciones de Mecánica Racional por el Ing. Pedro Longhini. Tercera Edición. 1951. Págs. 406 a 409.

Para esto supongamos que O_1 y O_2 son los centros de curvatura de la base y de la ruleta, respectivamente, y C el polo de las velocidades supuesto entre los puntos O_1 y O_2 (fig. 1).

Sea (a) una recta que pasa por C; el punto R_1 de esta recta perteneciente al plano móvil, que en el instante considerado tiene una

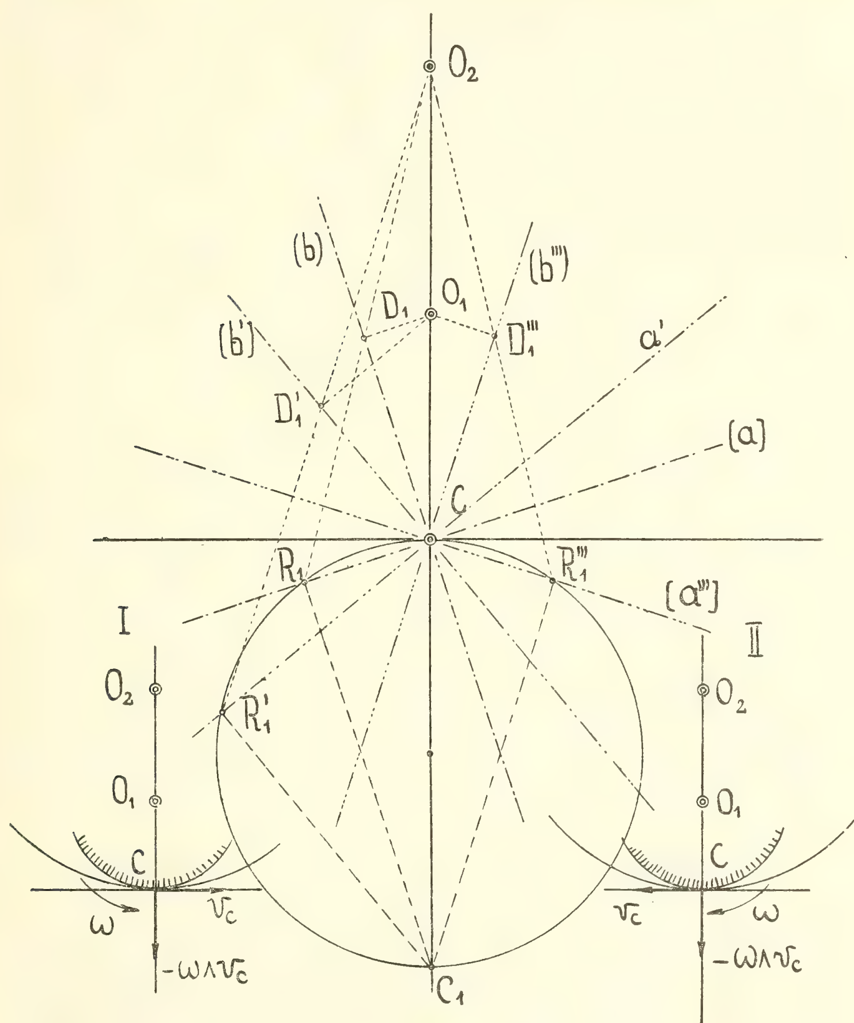


Fig. 2.

curvatura nula, se determina del modo siguiente: como el centro de curvatura de la trayectoria de R_1 es el punto impropio de (a), si por O_1 se traza una paralela a (a) hasta cortar en D_1 a la

recta (*b*) normal a (*a*) trazada por *C*, y se traza la recta $D_1 O_2$, al interceptar esta última a la (*a*) se tiene el punto R_1 buscado.

Lo mismo puede hacerse con la recta (*a'*) sobre la cual se determina el punto R_1' y así con cualquier otra recta pasante por *C*.

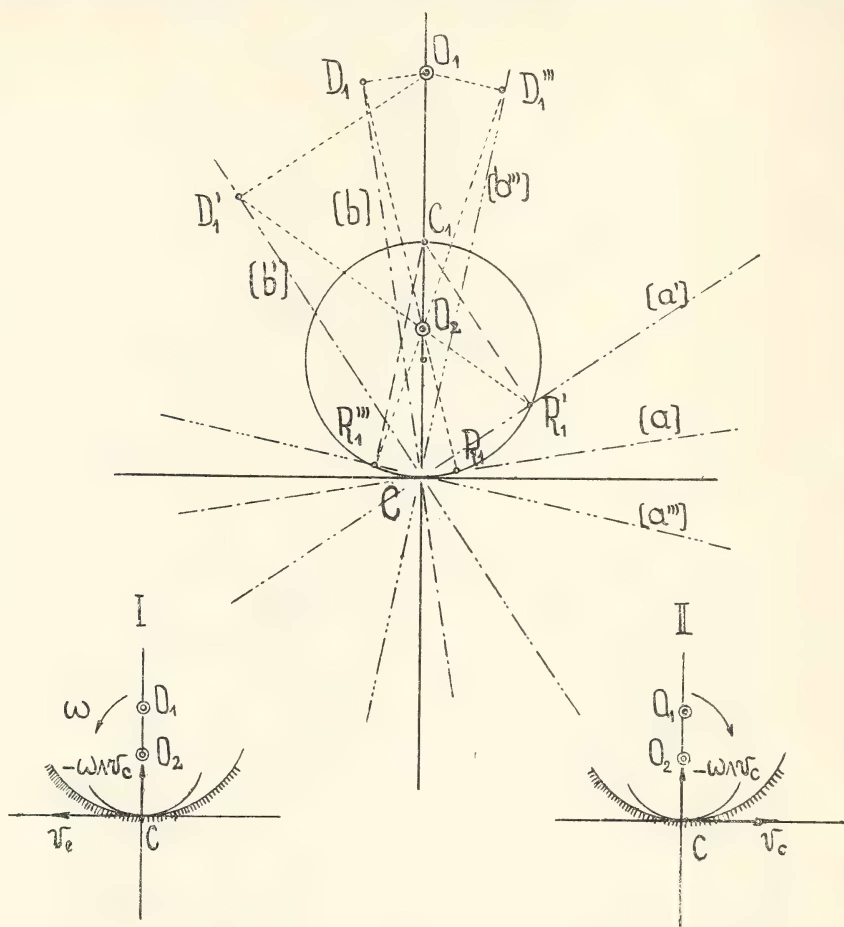


Fig. 3.

Los puntos R_1, R_1', ..., así obtenidos, están sobre una circunferencia, como sabemos, llamada de inflexión, cuyo centro resulta estar situado del lado en que está O_2, centro de curvatura de la ruleta, cualquiera sea el sentido de la rotación instantánea ω y de $\mathbf{v}_c$ (ver fig. 1-I y II).

De modo que, si la base es la que se mueve y la ruleta la que queda quieta, la circunferencia de inflexión tendrá su centro del lado en que está O_1.

Supongamos, ahora, que el polo C de las velocidades esté fuera del segmento $O_1 O_2$, tal como se lo indica en las figuras 2 y 3. En la figura 2, por la posición de los centros de curvatura, resulta que la parte cóncava de la ruleta rueda sin resbalar sobre la parte convexa de la base, y en la figura 3, se ha supuesto que la parte convexa de la ruleta ruede sin resbalar sobre la cóncava de la base. En el caso de la figura 3 la posición del centro de la circunferencia de inflexión está del mismo lado que O_1 y O_2, y en él la fig. 2 está del lado opuesto.

Se advierte fácilmente en las figuras I y II que complementan las 1, 2 y 3, que el centro de la circunferencia de inflexión siempre está del lado que indica el vector $-w \wedge \mathbf{v}_c$, lo que por otra parte ya hemos determinado en forma analítica en el nº 2; pero aquí, gráficamente, se pone en evidencia también que el sentido de dicho vector no depende de los signos de w y de $\mathbf{v}_c$ sino solamente de la posición relativa de los puntos C, O_1 y O_2.

En resumen: *la circunferencia de inflexión está determinada exclusivamente con los puntos O_1, O_2 y C. y es independiente de los valores de ω y $\mathbf{v}_c$.*

4. — Finalmente, es interesante hacer notar la siguiente *propiedad de los puntos de la circunferencia de inflexión considerados como centros de curvatura de puntos de las involutas*, que surge de la fórmula de Savarry y su consecuencia [1].

Si los puntos R_1, R_1' y R_1'' ... se consideran como centros de curvatura de puntos de la figura móvil (involutas) situados en ese instante sobre sendas rectas (a), (a'), (a''), ..., les corresponde como centros de curvatura de dichos puntos de las involutas —supuestos pertenecientes al plano fijo (envolvente)— el punto impropio de las respectivas rectas (a), (a'), (a''), ..., y, por tanto, resultan ser puntos de inflexión de sendas envolventes.

5. — A fin de aplicar los conceptos expuestos a casos corrientes de la técnica, se presentan a continuación dos ejemplares.

1º — Sea el mecanismo constituído por una barra que se mueve de tal modo que el extremo R_1 recorre la recta (α) (fig. 4) y el otro extremo R_2 la recta (β) perpendicular a la anterior.

Las normales trazadas por R_1 a la (α) y por R_2 a la (β) dan como intersección el punto C, centro instantáneo de rotación, punto que para cualquier posición de la barra está, en el plano fijo (curva base), sobre una circunferencia de centro O y radio $l = R_1 R_2$, y

sobre el plano móvil solidario con $R_1 R_2$ (curva ruleta) sobre una circunferencia cuyo diámetro es $R_1 R_2$ [2].

Si, por el procedimiento que se indica en la fig. 2, se traza por puntos la circunferencia de inflexión, se constata que ésta coincide con la curva ruleta. Este aserto queda corroborado por lo siguiente: teniendo R_1 y R_2 en ese instante trayectorias rectilíneas, son puntos de la circunferencia de inflexión, circunferencia que queda determinada con ellos y el punto C.

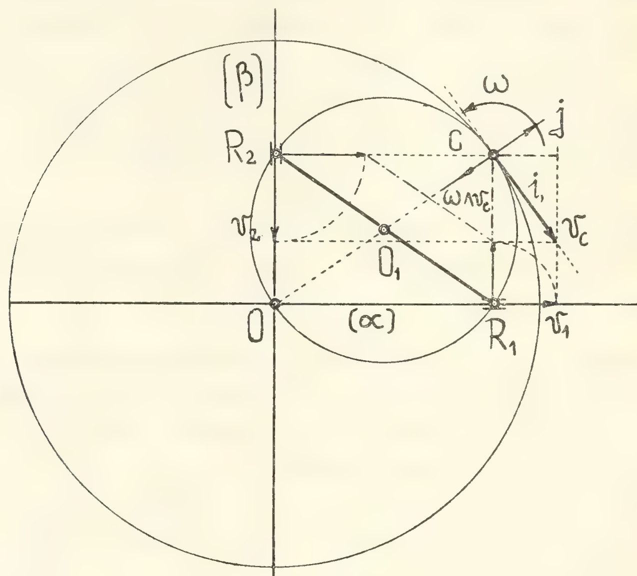


Fig. 4.

2° — Consideremos el mecanismo biela-manivela, indicado en la fig. 5, donde R_1 recorre la recta (α) y R_2 la circunferencia de centro O; además, supondremos que el punto R_2 tiene movimiento uniforme, o sea, que su velocidad es $\mathbf{v}_2$ normal a $O R_2$ y su aceleración total (centrípeta) tiene la dirección del vector $O - R_2$.

Si se determina el punto C, centro instantáneo de rotación, y $\mathbf{v}_c$, velocidad de alternación del polo (2), y se trazan en C los ejes $\mathbf{i}$ de dirección y sentido concordante con $\mathbf{v}_c$ y $\mathbf{j}$ perpendicular al anterior y sentido tal que $\mathbf{i} \wedge \mathbf{j}$ sea la normal hacia arriba del plano del dibujo, resulta lo siguiente:

a) Por tener R_1 una trayectoria rectilínea pertenece a la circunferencia de inflexión, quedando esta última determinada de inme-

(2) Op. cit., pág. 397.

diato porque su centro está en **j** y es tangente a **i** en C, esto es, tiene su centro en el punto O_3 de intersección de **j** con la normal a $R_1 C$ trazada en su punto medio.

b) Además, en este caso, por tener R_2 su velocidad normal a su aceleración, pertenece a la circunferencia de variación, y como esta última tiene su centro sobre el eje **i**, y es tangente al **j** en C, trazando la normal a $C R_2$ por su punto medio hasta cortar al eje **i**, queda determinado su centro O_4.

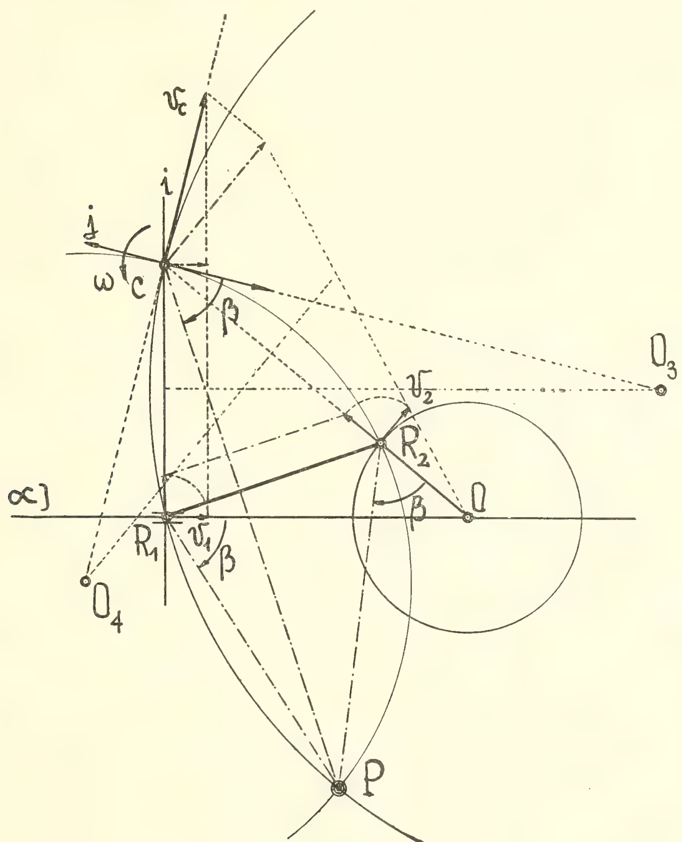


Fig. 5.

Es sabido que la intersección de las circunferencias de inflexión y variación dan el polo P de las aceleraciones, con el cual se facilita particularmente la determinación de la aceleración de cualquier punto solidario a la biela $R_1 R_2$ (3).

(3) Op. cit., pág. 405.

EL ALOTIPO HEMBRA DE *TRYBLIOPHORUS MODESTUS* BRUNER (ORTH, ACRID, TRYBLIOPHORINI) CON LA DESCRIPCION DE UN ORGANO DESCONOCIDO EN SU SEPTIMO ESTERNITO ABDOMINAL

POR EL

Dr. JOSE LIEBERMANN (*)

Seguiremos, en este trabajo, las orientaciones taxonómicas recientes de Chopard, en Grassé [1], que acepta como definitiva la división de *Orthoptera*, s. s. en *Ensifera*, Chopard, 1920 y *Caelifera*, Ander, 1939.

Dentro del suborden *Caelifera* se establecen las superfamilias de *Tridactyloidea*, Chopard, 1943 y *Acridoidea*, Burmeister, 1839.

En *Acridoidea* se incluyen las familias de *Tetrigidae* Uvarov, 1936; *Pneumoridae*, Stal, 1873; *Eumastacidae*, Burr. 1903; *Proscopiidae*, Stal, 1873; *Pyrgomorphidae*, Bruner, 1893, *Pamphagidae* Stal, 1873 (con dos subfamilias, *Pamphaginae*, Bolívar, 1916 y *Batrachotetriginae*, Kirby, 1910); *Ommexechidae*, Chopard, 1949 (*Ommexechinae* de Roberts, 1941); *Romaleidae*, Chopard, 1949 (*Romaleinae* de Roberts, 1941); *Catantopidae*, Chopard, 1949 (*Catantopinae* de Uvarov, 1927) y *Acrididae*, Werner, 1936, (con las subfamilias de *Acridinae* Uvarov, 1926 y *Oedipodinae*, Bruner, 1904). Como puede verse por este ordenamiento Chopard eleva varias subfamilias a la categoría de familias, manteniendo a *Acridinae* y *Oedipodinae* como subfamilias y acepta el nombre de *Catantopidae* de Uvarov para la subfamilia que Rehn llama *Cyrtacanthacridinae*. Llama la atención de que Chopard no ubique la subfamilia *Pauliniinae*, Hebard, que figuraba en la familia *Acrididae* en su acepción amplia anterior, de manera que lo haremos aquí, estableciendo dos subfamilias en *Catantopidae*: *Catantopinae* y *Pauliniinae*. Esta,

(*) Encargado de Acridiología del Laboratorio C. de Acridiología del Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Nación.

que sólo tiene dos géneros, ofrece además de sus tibias posteriores profundamente modificadas, otras estructuras anatómicas internas que le dan categoría propia, especialmente en su *epifalo,* adaptado a la forma anormal de la placa infragenital en las hembras. Remitiremos al estudioso a los dos trabajos fundamentales sobre el tema, el de H. Radclyffe Roberts (2) y el de B. P. Uvarov (3).

Dentro de la subfamilia *Catantopinae* encontraremos una serie de agrupaciones sistemáticas que deben ser consideradas como tribus y que los autores suelen escribir con terminaciones variadas, sin la homogeneidad necesaria; sería conveniente y necesario establecer su valor taxionómico. Así, por ejemplo, Rehn crea recientemente dos grupos nuevos que llama *Tristirae* (4) y *Aucacres* (5), reuniendo géneros ubicados en distintos lugares y agregándoles otros, descriptos por él mismo; es interesante que la mayoría de los *Tristirae* de Rehn son *Batrachotetriginae* para Uvarov, quien considera probable la existencia de *Pamphagidae* en la América del Sur, hecho que niega Rehn, incluyendo los mismos géneros, como grupo *Tristirae,* en la subfamilia *Romaleinae* o sea *Romaleidae* de Chopard.

Dentro de esta familia figuran los llamados « grupos » *Procolpiae, Tropinodoti, Zoniopodae, Tropidacres, Taeniophorae, Mezentiae, Trybliophori, Antandri, Diponthi* y *Jivari.* Para darles su carácter de tribus, dentro de la familia, escribiremos desde ahora esos nombres con sus desinencias correspondientes: *Procolpini, Tropidonotini, Taeniopodini, Zoniopodini, Tropidacrini* (6), *Diponthini, Taeniophorini, Mezentiini, Trybliophorini, Antandrini* y *Jivarini.* En la misma familia deben figurar los dos grupos nuevos de Rehn, que designaremos como *Tristirini* y *Aucacrini.* Es ésta una tentativa para normalizar la ortografía de los nombres en la sistemática de *Acridoidea,* a fin de adaptarlos cada vez más a las normas aceptadas y a las leyes de la nomenclatura. Hacemos esta breve consideración con motivo de este trabajo, que trata de la descripción del alotipo hembra de uno de los géneros más curiosos y poco conocidos de la familia *Romaleidae,* el género *Trybliophorus,* Serville, único de la tribu *Trybliophorini,* ubicada entre *Mezentiini* y *Antandrini,* con ciertas afinidades con *Ophthalmolampis,* Saussure, pero con una morfología propia y singular. Se trata de una agrupación de especies acrídicas de la América del Sur, varias

imperfectamente descriptas, pues se conoce uno de sus sexos, con distribución tropical y subtropical (Perú, Guayanas, Bolivia y Brasil occidental) y de habitat selvático e higrófilo. Tienen como característica más notable la prolongación posterior de la metazona, que llega a cubrir parcialmente los tégmenes, como en la familia *Tetrigidae,* aunque en menor grado. En algunos *Trybliophorini* la metazona se hace más larga que la prozona, mientras que en *Taeniophorini* y *Mezentiini* es ésta siempre la más larga. En las fotografías que publicamos del curioso insecto puede observarse claramente el proceso posterior de la metazona, triangularmente redondeado, que llamó la atención de Serville cuando describió su nuevo género. El día que pueda examinarse el conjunto de las especies conocidas del género, probablemente aparecerán dos entidades genéricas distintas puesto que hay especies con antenas *filiformes* entre ellas la genotípica y otras con estos órganos fuertemente ensiformes que no es posible aceptar como congenéricas, caracteres que ya señaló de paso Bruner (7) cuando describió su *T. modestus* de Bolivia. Por ahora, en vista de la imposibilidad de examinar todas las especies, las mantenemos dentro de *Trybliophorus,* pero llamamos la atención acerca de la necesidad de su estudio. Hizo posible la realización del presente trabajo el hallazgo de un ejemplar hembra de *T. modestus* entre los interesantes materiales que coleccionó en Bolivia nuestro colega Dn. Antonio Martínez, a quien agradecemos por tan valiosa colaboración para el conocimiento de la acridiofauna de la América del Sur.

TRYBLIOPHORUS, SERVILLE

Ann. Sci. Nat., XXII, 1831: 274.
Ins. Orth., 1839: 631.
Brullé, Hist. Nat. Ins., IX, 1835: 219.
Burmeister, Hand. Ent., II, 1839: 618.
Walker, Cat. Dermap. Brit. Mus., III, 1870: 606.
Stal, Syst. Acridioideorum, I, 1878: 43.
Bruner v. Watt., Ann. Mus. Civ. Geneva, XXXIII, 1893: 136.
G. Tos, Boll. Mus. Tor., XII (311) 1898: 43.
Bruner, L., Biol. Centrali Amer., Orth., II, 1907: 212.
Bruner, L., Entomological News, XXI, 1910: 163.
= Stegastris, Gerstaecker, Mitth. Ver. Neuvorpomm., XX, 1888: 22-28.
Genus Typus: T. octomaculatus Serv.

Desde que Serville describió este género fué tratado por varios autores, que le agregaron nuevas especies, cuyos nombres pueden verse en la bibliografía. En 1893 Brunner von Wattenwyl estableció la sinonimia de *Stegastris* con *Trybliophorus,* agregándole, por lo tanto, las dos especies de Gerstaecker. Por no haber podido examinar los tipos de este autor, aceptamos la sinonimia con reservas.

Para llegar al género tomaremos en cuenta los siguientes caracteres:

a) Dos espinas apicales en las tibias posteriores, como uno de los caracteres morfológicos de la familia *Romaleidae.*

b) Fastigio del vértex declivente, sin la notable prolongación fastigial de *Procolpini*; la unión del vértex con la región frontal es redondamente angular, sin carena limitante fronto-fastigial transversa.

c) Lóbulos mesosternales distantes, con espacio intermesosternal tan largo como ancho; este carácter lo comparte con *Nautia, Ophthalmolampis, Taeniophora, Mezentia, Hisychius, Rhicnoderma, Dicaerchus* y *Bactrophora.* Es un carácter que aparece en muchos géneros de la familia, pero hay algunos cercanos cuyos lóbulos mesosternales se tocan en la línea media, con eliminación del espacio intermesosternal.

d) Costa frontal desaparece debajo del ocelo medio, pero notablemente saliente entre las antenas. En géneros afines la costa llega hasta el clípeo y suele tener surcos de variada conformación y carenas limitantes.

e) Segundo tarsito del tarso posterior largo, tanto o más largo que el primero, y tercero tan largo como los dos primeros. En general el segundo tarsito es menor que los otros; su alargamiento aparece en formas fitófilas y es muy reducido en las especies de habitat semiacuático como *Marellia.* Este alargamiento existe también en *Ophthalmolampis,* Sauss. y hasta en otros géneros alejados, como casos de homeomorfía.

f) El carácter morfológico exclusivo del género que ya citamos; la metazona, posteriormente prolongada en proporción notable, con lo que da el insecto su aspecto característico, cubriendo la porción basal de sus órganos de vuelo. Es el que lo separa de

los géneros de tribus cercanas. Además, pueden citarse, como importantes — observados en el ejemplar hembra de *T. modestus* Bruner, nº 53 de la colección del Laboratorio Central de Acridiología — la forma engrosada de los fémures posteriores, la denticulación de sus carenas, el tamaño grande de sus arolios — habitat fitófilo — la forma propia de cada uno de sus antenitos, los ojos salientes y grandes, el tubérculo prosternal prismático y la extraordinaria morfología de sus gonapófisis, adaptadas, sin duda, a una forma epidáfica de oviposición que no conocemos.

En la lista de géneros que incluye R. Roberts en su subfamilia *Romaleinae*, en 1941 ([2]) no figura el género *Trybliophorus*, quedando ahora agregado.

Clave para la determinación de las especies de « Trybliophorus », completada sobre la de Bruner (1910) ([3])

A. — Porción lateral de la cabeza, del pronoto y de los pleuras con variaciones pálidas o líneas amarillas o simples máculas coloreadas.

b) Menores (hembra, 25 a 28 mm). Cabeza, pronoto y pleuras, en la región anterior a la inserción de los fémures posteriores, con una serie de manchas blancas. (Guayanas: Cayena). *octomaculata* Serv.

bb) Cabeza, pronoto y pleuras, en la misma región, de una sola coloración verdosa, cruzada por los surcos transversales más oscuros y con una franja oscura en la parte superior. (Bolivia). *modestus* Bruner

bbb) Mayores (hembra, 32-39). Cabeza, pronoto y pleuras con bandas o máculas amarillas.

c) Tamaño mediano (hembra, 32-34).

d) Fémures posteriores rojo-coralinos y tibias rojo sanguíneas, espinas negras con ápices más claros. (Fonteboa, Amazonas). *corallipes* Gerstaecker

dd) Fémures posteriores testáceos, tibias rojas y espinas con ápices negros. (Guayana Holandesa). *elegans* Rehn

cc) Tamaño mayor (hembra, 39 mm).

d) Antenas rojizo-obscuras, alas levemente ensombrecidas. (Perú). *peruviana* Bruner

dd) Antenas rojo-purpúreas, alas negras (macho). (Brasil). *bivittatus* Walker

AA. — Porción lateral de la cabeza, del pronoto y de las pleuras sin ningunas variaciones, franjas ni manchas amarillas ni blancas. (Ega, Amazonia). *volucris* Gerstaecker

T. octomaculatus Serville

Ann. Sci. Nat., XXII, 1831: 275-276.
Ins. Orth., 1839: 631.
BURMEISTER, Hand. Ent. II, 1838: 618-619.
BRUNER, Biol. Centrali Amer. Orth., II, 1907: 251.
BBUNER, Ann. Carnegie Mus. , XIII, 1920: 40.
Procedencias: Guayanas. Materiales en el Carnegie Museum del río Oyapok, en la Guayana Francesa.
Tiene antenas filiformes y no hay referencias a la forma de las gonapófisis.

T. bivittatus Walker, macho.

Cat. Dermap. Brit. Mus., IV, 1870: 608.
Procedencia: Brasil.
Tamaño muy grande del macho y hembra desconocida.

T. volucris (Gerstaecker) hembra

= Stegastris volucris Gerst.
Mitth. Ver. Neuvorpomm., XX, 1888: 22.
Procedencia: Amazona, Ega. Macho no conocido.

T. corallipes (Gerstaecker)

= Stegastris corallipes Gerst.
Id., p. 23.
Procedencia: Amazonas, Fonteboa.
Parecida al genotipo. Se conocen los dos sexos.

T. peruvianus Bruner, hembra

Horae Soc. Ent. Rossicae, XXXIX, 1910: 470-472.
Del Perú. Laderas orientales de los Andes del Norte. Grande. Macho desconocido. Antenas más o menos filiformes. Apice de tégmenes acuminado. Segundo tarsito la mitad del primero.
No se refiere a los oviscaptos.

T. elegans Rehn, hembra

Ent. News, XXI, 1910: 126-128, con ilustraciones.
Procedencia: Surinam, Guayana Holandesa. Antenas filiformes, tégmenes terminados en ápice agudo y casi dos veces más largos que el pronoto. (En *T. modestus*, antenas ensiformes y alas terminadas en borde truncado). Gonapófisis tipo común en acridios, como puede verse en la ilustración. Metazona más corta que prozona. Fastigio subagudo. Primer tarsito mayor que segundo.

Trybliophorus modestus, hembra, alotipo

Hace más de 30 años Bruner describió ([7]), sobre un ejemplar de sexo masculino procedente de Buena Vista, Bolivia, esta especie. Su ejemplar depositado en el Carnegie Museum, mide 20 mm de largo; su pronoto tiene 7, los tégmenes 9 y los fémures posteriores, 12.5. Diagnosis excelente, basada en caracteres morfológicos con indicación de cromatismo. Aquí describiremos el alotipo hembra de la especie sobre un ejemplar coleccionado en Coroico, provincia Nor Yungas, Departamento La Paz, Bolivia, por nuestro colega Antonio Martínez. Tiene 24,5 mm de largo total, con un pronoto de 9.5, lo que indicaría una relación del largo total sobre el pronoto de 2,86 en el macho y de 2,58 en la hembra, o sea que el pronoto es mayor relativamente, en la hembra. La relación del total con los tégmenes es de 2,22 en ambos sexos. La del largo



Fig. 1.

total con los fémures posteriores es de 1,77 en la hembra y 1,60 en el macho. El insecto es en general ancho, teniendo su pronoto un máximo de 6 mm; las antenas son muy largas, con 15, es decir con más de la mitad del total, con un ancho máximo, en los antenitos basales, de 1,5; el espacio interocular es muy angosto, con 1 mm; el diámetro mayor de los ojos alcanza a 2,6; los fémures posteriores, con 13,8 de largo, tienen una altura de 3,8 y un espesor de 2,1; las tibias posteriores miden 12,3, con 0,8 en su ancho basal y 1,1 en el distal. Llama la atención el nombre que le dió Bruner a la especie, pues tanto sus antenas ensiformes, como sus ojos grandes, sus fémures gruesos y denticulados y su cuerpo an-

cho son caracteres que le dan un aspecto más bien arrogante y extraño; probablemente tuvo en cuenta solamente su talla, que es algo menor que en las otras especies. Sus gonapófisis, afines a las que caracterizan a géneros como *Proctolabus* (9), *Anniceris* (10), *Leioscapheus* (11), *Ophathalmolampis* (12) y *Dellia* (13), pero que ningún autor cita para las especies de *Trybliophorus,* llaman asimismo la atención, pues evidencian una adaptación muy singular en su oviposición. Visto el insecto por arriba (Fig. 1) se notan inmediatamente sus antenas poderosas, largas y notablemente ensiformes; la característica formación posterior de la metazona; los tégmenes con sus ápices transversalmente truncados, la robustez y la denticulación de sus fémures posteriores.

En las antenas —más largas que los fémures posteriores— el escapo es subcilíndrico, más corto que el fastigio del vértex craneal; el funículo es más angosto y más corto, algo subcónico, truncado; el primer antenito es triangular, los cuatro siguientes, muy aplanados, son casi iguales en ancho y largo, exceptuando el primero, algo más largo que la mitad del segundo; el sexto y el séptimo tienen el mismo largo, pero son más angostos; los siguientes van disminuyendo paulatinamente en su ancho hasta el último, que puede llamarse filiforme. Es una antena perfectamente especializada en sus antenitos, índice de una larga evolución en una vida expuesta, sin duda, el peligro ambiental nocturno o a la penumbra forestal. Para las otras especies los autores hablan de antenas filiformes. En la región cefálica se destacan el tamaño de los ojos y su forma globosa saliente; el espacio interocular es muy reducido, menor que el ancho del fastigio del vértex, declivente y surcado en su línea media; contrasta su aspecto irregular con la superficie lisa de la costa frontal en su primera parte. El espacio interocular y el occipucio, tienen variadas concavidades y carenas débiles. Frente y clípeo son de aspecto rugoso, cubiertos de foveolas y tubérculos. La costa frontal es notablemente saliente en su porción superior, lo que da a su frente una posición algo oblicua, como puede verse en la figura 2. Después del ocelo medio la costa frontal se desvanece. Carenas frontales cortas, aunque continuas y carenas parafrontales muy irregulares. Llaman la atención las formaciones tuberculares subesfé-

ricas, blanquecinas y translúcidas, que aparecen en la región frontal. Los ocelos pares son elípticos y se encuentran ubicados muy próximos a los ojos; de cada uno de ellos nace una carena que termina en el borde inferior de la fosa antenal. Labro más alto que clípeo y último segmento de los palpos maxilares brevemente engrosado en su ápice.

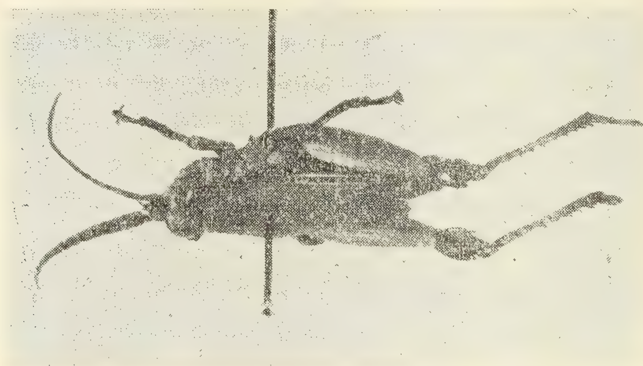


Fig. 2.

Pronoto de morfología singular, típico del género, con su metazona enormemente prolongada en una formación triangular redondeada, totalmente irregular en su aspecto, con variadas foveolas y carenaciones subcirculares salientes. Sin vestigios de carena media; ángulos humerales rudimentarios en la metazona. Son bien visibles las surcos transversales del pronoto, más profundos y más anchos en los lóbulos laterales que en el disco; el pronoto es subcilíndrico en la prozona y ensanchado en la metazona, que es algo más elevada. El surco principal es más notable, en el disco, que el segundo, dirigiéndose ambos, en los bordes, hacia adelante. El segundo es más largo y más profundo en los lóbulos laterales que el primero. Tercero apenas visible en el disco y premarginal notable en los lóbulos laterales. Borde anterior levemente irregular, con una pequeña escotadura en su parte media. Borde posterior notablemente redondeado. Angulos ántero-inferior y póstero-inferior redondeados, con el borde inferior subangulado en su parte media.

Basisternito protorácico («tubérculo prosternal») ancho en su porción basal, provisto de un tubérculo central de forma subcónica piramidal, todo cubierto por foveolas variadas en su tamaño y en su configuración.

Basisternito mesotorácico más alargado en la parte media, se hace angosto lateralmente. El esternello mesotorácico es grande, más largo en su borde externo que en el interno, de forma trapezoidal. Basisternito metatorácico, en su prolongación entre los lóbulos del esternello, cuyos bordes internos son redondeados, subcuadrado. Espacio intermetasternal tiene forma de clepsidra, por lo cual impone la misma forma el proceso lobular del primer esternito abdominal que penetra en su interior. Episternito meso y metatorácicos de superficie foveolada, lo mismo que los correspondientes epimeritos, de los que el mesotorácico es el más amplio. Después de los estigmas meso y metatorácicos se encuentra, en la región anterior del primer esternito abdominal, el tímpano, grande y de forma subtriangular, de un hermoso color blanco.

Los tégmenos y las alas, casi de la misma longitud, no alcanzan el ápex del abdomen y tienen una morfología poco común en acridios. En el tegmen, el campo anal es desproporcionadamente ancho y ocupa más de la mitad de su extensión, siendo muy reducida la parte correspondiente a los campos restantes, costal y discoidal. Es una disposición que se asemeja a la de los tégmenes en los grillos; en la porción vertical restan algunas venaciones y son las que aparecen como franjas coloreadas en las fotografías. En el campo anal han desaparecido las venaciones longitudinales, excepto una, en su porción mediana, y se ha producido una extraña homogeneidad, estructural y cromática, entre la metazona del pronoto y esta porción horizontal de los tégmenes; las venaciones longitudinales han formado pequeños círculos que se asemejan a las fuertes foveolas de la metazona. Los bordes externo e interno de los tégmenes son transparentes y carecen de las formaciones quitinosas que caracterizan la parte superior. No puede dudarse que estas zonas membranosas están relacionadas con la estridulación y con las esculturas de los fémures posteriores. Las alas son subtriangulares y su aspecto es más bien rudimentario con las venaciones transversales casi desaparecidas, lo cual sería una prueba de que los *Try-*

bliophorini se van adaptando al salto y probablemente a la vida forestal. Pero con esta hipótesis no se explicaría el enorme desarrollo de la metazona, siempre relacionada con los órganos del vuelo. Su color es de un moreno amarillento, teniendo las venaciones un tinte más oscuro, algunas levemente franjeadas de bordes claros.

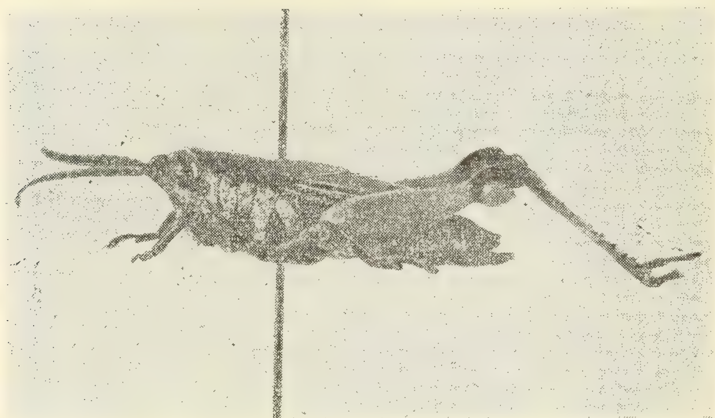


Fig. 3.

Los fémures posteriores son muy característicos en la especie; además de su robustez, es notable su denticulación. Su página externa es convexa y plana la interna. La carena superior empieza, en su porción basal, con cinco grandes dientes subiguales; en los siguientes hay una disminución paulatina hasta la parte distal del fémur. Hay una leve denticulación en la carena secundaria súpero-interna. En la carena inf. int. se notan 18 formaciones que son los tubérculos de la estridulación y que relacionamos con la porción membranácea de los tegémenes. En la carena inferior hay 16 dientes que ocupan toda su extensión; el más notable es el sexto distal, siguiéndole el octavo. Son las formaciones denticulares que se ven en la Fig. 2, donde también alcanzan a distinguirse los dientes de la carena súpero-externa. Los lóbulos geniculares inniculares inferiores son casi rectangulados. En las tibias, como ya lo anota Serville para la especie genotípica, las espinas son pocas y rudimentarias. Hay seis espinas tibiales externas, con un grupo distal de cuatro mayores y otro de dos, hacia

la parte basal, menores. La cuarta de las distales se encuentra a una distancia algo mayor que las tres primeras entre sí. Las siete espinas internas son más regulares en su ubicación, notándose, sin embargo, dos grupos algo separados de tres distales y cuatro subbasales. De las dos espinas apicales la externa está colocada algo más hacia la línea media de la tibia, mientras la interna está en el borde. De los cuatro espolones terminales los dos internos son mucho mayores, siendo iguales entre sí los dos de cada par. Tibia y tarsos están cubiertos de pelos, pero no con la abundancia que tienen las especies de *Ophthalmolampis*. El primer tarsito es ancho y alargado; el segundo es algo más largo, pero muy adelgazado, teniendo apenas la mitad del diámetro del primero y ensanchándose algo hacia su porción distal. Falta el último tarsito, que de acuerdo con las especies conocidas del género debiera tener como en *T. elegans* Rehn, la longitud sumada de los dos primeros.

El abdomen es más bien corto, grueso y cónico, terminado en cuatro valvas alargadas y simples y con los cercos relativamente grandes.

UN ORGANO DESCONOCIDO EN EL SEPTIMO ESTERNITO ABDOMINAL

Recientes descubrimientos en la epidermis de los acridios han provocado la intensificación de su estudio. El Dr. B. P. Uvarov, en su « Recent Advances in Acridology », 1947, Londres, señala ya algunos de esos descubrimientos, debidos a estudios de histología; se hacen no sólo con la finalidad de descubrir la explicación de los fenómenos del balance hídrico, de la pigmentación y de la absorción de los insecticidas de contacto, sino de penetrar en el misterio de órganos (*) ubicados en la epidermis, sensibles a diversos facto-

(*) En su interesante trabajo (15 a) la Dra. Slifer se refiere a las áreas « vulnerables » de los tarsitos de los acridios, cuyos arolios, tanto en los estadios larvales como adultos, son impermeables a las soluciones acuosas y a los insecticidas de contacto. Pero si se hace caminar al insecto sobre papel de lija, los líquidos penetran al interior. Mientras en los ejemplares jóvenes y recién mudados no hay penetración, ella se produce en los de cierta edad y días después de las mudas. Hay generalmente regeneración de los arolios, pero se va perdiendo con la edad. Este estudio tiene importancia práctica, por cuanto indicaría los mejores períodos para utilizar con más éxito los insecticidas de contacto. Recordaremos al mismo tiempo que los arolios y las euplán-

res del ambiente. Sabemos ya que el tegumento de los acridios consta de una cutícula no celular, que no es de quitina, compuesta de tres capas: una fina epicutícula o membrana proteínica esclerificada, impregnada de lípidos, una exocutícula mediana y una endocutícula, a la que sigue una sola capa de células hipodérmicas En los últmos años fueron descubiertos por diversos autores órganos desconocidos en el tegumento de los acridios, debiendo citarse el del Dr. T. Weiss-Fogh, de Dinamarca, que señaló la existencia, en la región cefálica de los acridios, de cinco zonas cubiertas de pelos sensibles al viento y a su dirección ([14]) y el de la Dra. E. H. Slifer, que descubrió en el cuerpo de los acridios ([15]), en el segmento cefálico, en los esternitos torácicos y en los uritos abdominales, órganos sensibles al calor, es decir, termorreceptores, que llama « antennal crescents » y « fenestrae ». En sus magníficos trabajos, el Dr. Weiss-Fogh y la Dra. Slifer ponen en evidencia, por medio de largas experiencias, que los órganos que han descubierto, al ser sensibles a los factores del ambiente, podrían dirigir la orientación de las migraciones de los acridios, cuyas causas son hasta ahora desconocidas, ya que no podemos tomar en cuenta las influencias ancestrales ni tampoco las exigencias alimenticias. La doctrina emitida por el Dr. R. G. Rainey, que trabaja en Nairobi, sobre la íntima relación de las migraciones acrídicas con los centros ciclónicos y anticiclónicos del mundo y de las áreas de lluvias que llama « zonas de convergencia meteorolólgica », coinciden con las ideas de los autores anteriormente citados. Es por estas razones que, al estudiar el ejemplar de *Trybliophorus modestus*, nos llamó la atención, en el séptimo esternito abdominal, una formación desconocida. Las gonapófisis son también de una estructura fuera de la común y consideramos que incapacita a la especie para una *oviposición hipodáfica* ([16]). Las cuatro valvas tienen la misma longitud. La región basivalvular de las inferiores es robusta y alta, formando ángulo

---

tulas (en la cara ventral de los tarsitos) no son del mismo tamaño en las diversas familias de acridios, siendo los primeros mayores en las formas fitófilas y menores en las geófilas. En general los *Oedipodinae* tienen arolios pequeños, los *Acridinae*, medianos y los *Catantopinae*, grandes. En ([15b]) da a conocer las « áreas sensibles del calor », especialmente abundantes en formas migratorias.

abierto con la parte terminal de las valvas propiamente dichas, que son alargadas y finas, sin invaginación en su ápice y sin denticulación. Cada una está formada por un simple proceso alargado y terminado en ápice agudo. Las valvas superiores son de tamaño menor y tienen su porción basivalvular colocada sobre las inferiores, cuyos bordes laterales las cubren parcialmente. La placa epiproctal es grande, triangular, ancha en la zona basal y con su ápice

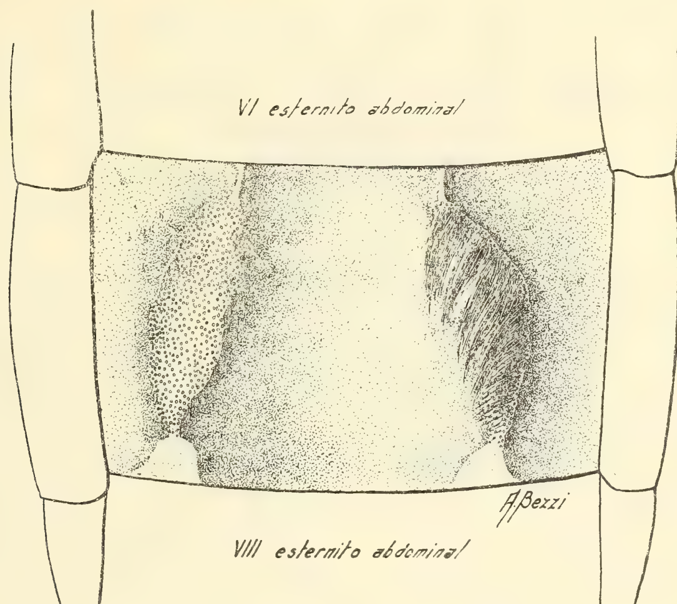


Fig. 4.

agudo dirigido hacia arriba y afuera. Sería interesante examinr el epifalo del macho correspondiente, para constatar las adaptaciones hacia gonapófisis de morfología tan poco común. En cuanto al órgano cuya presencia señalamos en este trabajo, situado en el séptimo esternito abdominal, no hemos encontrado en la bibliografía universal ninguna indicación acerca de su conocimiento. Examinados los materiales de nuestra colección, no apareció en ningún género la formación qeu vemos en *Tryblioplorus modestus*; tampoco ningún autor de los que describieron las otras especies del género hace referencia al séptimo esternito abdominal, haciéndose necesaria la revisión de los ejemplares que *existen en diversos* museos.

En las Figs. 4 y 5 pueden verse algunas características del órgano descubierto, en excelentes esquemas realizados por nuestro artista dibujante señor Aníbal Rolando Bezzi. A ambos lados del esternito, ocupando la mayor parte de su longitud, en forma de arco con su porción convexa hacia afuera, se encuentra el órgano pilí fero, de función, por ahora, desconocida· Su borde se eleva algo



Fig. 5.

sobre el nivel general del esternito y está totalmente cubierto de una pelambre densa, larga y amarilla, orientada hacia adentro y atrás. Por fuera parecen dos mechones de pelos de coloración amarillenta, mucho más delicados que los diversos tipos de pelos sensoriales que presentan los acridios. Queda por averiguar, como ya dijimos, si es un carácter genérico o específico, aunque por su importancia debe dársele la categoría del primero y hasta crear un género especial si así fuera. En la parte derecha se ha eliminado la cubierta pilífera y la formación aparece llena de foveolas y puntuaciones, con sus bordes bien definidos. Llama la atención, en su porción anterior, visible a través del tegumento, un conducto terminal, abierto en el borde anterior del esternito, en su punto de contacto con el sexto. Se podría sospechar, por la ubicación del órgano, una formación glandular de función sexual, ya sea para la oviposición o para la atracción del macho. No puede dudarse que se trata de un carácter sexual secundario de la hembra. Debido al estado del ejemplar no pudieron hacerse los estudios histológicos para aclarar la estructura del órgano, lo que queda para futuros trabajos, cuando se cuente con materiales frescos de la especie. Por ahora queda señalada la existencia, en la especie *Trybliophorus modestus* Bruner, de Bolivia, de tan extraña formación tegumentaria.

BIBLIOGRAFÍA

(1) GRASSÉ, PIERRE P. — « Traité de Zoologie. Insectes », IX, 1949: 617-722.
(2) RADCLYFFE ROBERTS, H. — « A comparative study of the subfamilies of the Acrididae (Orthoptera) primerily on the basis of their Phallic structures ». *Proc. Acad. Nat. Sci. Phil.*, 93, 1941: 201-246.
(3) UVAROV, B. P. — « The tribe Thrinchini of the subfamily *Pamphaginae* and the interrelations of the Acridid subfamilies ». *Trans. R. Ent. Soc. London*, 93, 1943: 1-72.
(4) REHN, J. A. G. — « The Locusts of the South American Generic Group *Tristirae* (Orth. Acrid. Cyrtacanth.) ». *Trans. Amer. Ent. Soc.*, LXVIII, 1942: 31-100.
(5) REHN, J. A. G. — « The Aucacres, a New Group of South American Locusts (Orth. Acrididae, Cyrtacanth.) ». *Proc. Acad. Nat. Sci. Phil.*, XCV, 1943: 33-51.
(6) LIEBERMANN, J. — « Los Tropidacrini de la región neotropical ». *Physis*, XVII, 1939: 589-600.
(7) BRUNER, L. — *Ann. Carnegie Museum*, XIII, 1920: 41-42.
(8) BRUNER, L. — *Horae Soc. Entom. Rossicae*, XXXIX, 1910: 470-472.
(9) SAUSSURE, H. — *Rev. Zool.* (2), XI, 1859- 393.
(10) STAL, C. — *Bihang. Svensk. Akad. Handl.* V (4), 1878: 37-82.
(11) BRUNER, L. — *Biol. Centrali Americana, Orth.*, II, 1907: 267.
(12) LIEBERMANN, J. — *Publ. Tecn. Sanidad Vegetal*, I, A, 7, 1945: 1-12.
(13) STAL, C. — *Loc. cit.*, pp. 37-83.
(14) WEISS-FOGH, T. — « An aerodynamic sense organ stimulating and regulating flight in locusts ». *Nature*, London, 164, 1949: 873-874, 1 fig.
(15) SLIFER, Dra. E. H. — « Some unusual structures in Locusta migratoria migratorioides and their probable function as thermoreceptors ». *Proc. Royal Society*, B, 138, 1951: 414-437, figs.
(15_a) «Vulnerable areas on The Surface of The Tarsus and Pretarsus of The Grasshoppers (Orth. Acrid.) ». *Ann. Ent. Soc. Amer.*, 43 (2), 1950: 173-188, Columbus, Ohio.
(15_b) The pattern of specialized Heat-sensitive areas on the surface of the surface of the body of Acrididae. *Trans. Amer. Ent. Soc.*, LXXIX, 1953: 37-68, octubre.
(16) LIEBERMANN, JOSÉ. — « Sobre una nueva forma de oviposición en un acridio sudamericano, Scotussa cliens (Stal) Lieb. ». *Revista de Investigaciones Agrícolas*, V (3) 1951: 235-280 (1952).

REPRESENTACION GRAFICA DE LA PRODUCCION FORRAJIGANADERA (*) DE INVERNADA, REFERIDA AL PARTIDO DE PEHUAJO

(PCIA. DE BUENOS AIRES) (**)

POR EL ING. AGR.

LUIS R. MICCIO PERALTA

El Partido de Pehuajó está situado en las proximidades de la latitud 35° 49′ S y longitud 61° 64′ W y comprendido en la Región séptima del Mapa Ecológico de la República Argentina de Papadakis, caracterizada como« « Mesofítica-húmeda en el otoño y Xerofítica-húmeda en el verano, con existencia de praderas templadas. Inviernos benignos, veranos moderados. Clima apto para el cultivo de alfalfa sin riego, sorgos y cereales ». Según Thornthwaite, su clima es « Mesotermal subhúmedo seco, con escasa variación estacional de la humedad y con poca concentración estival de la eficiencia térmica ».

Sus suelos son entre semi-sueltos y sueltos, susceptibles a la erosión.

Las precipitaciones, a veces insuficientes durante largos períodos, tornan insegura la producción de granos; en cambio el ambiente es favorable para la alfalfa, sorgos y cereales invernales (centeno, trigo y avena) de largo ciclo vegetativo, para forraje. La economía regional consiste en hacer una ganadería agrícola y cuando el tiempo es favorable, suspender oportunamente el pastoreo de los cereales para cosechar grano. Se cultivan unas 160.000 hectáreas de alfalfa y otro tanto con cereales invernales, en gran parte con doble propósito.

(*) Se propone el uso del término « forrajiganadero », por considerar que expresa adecuadamente la doble producción interdependiente.

(**) Resumen de la comunicación presentada el 29/8/52 al Grupo de Ciencias Naturales de la Sociedad Científica Argentina.



PERIODOS CON TRANSTORNOS GASTRICOS POR PREDOMINIOS DE VERDEO ACUOSO

1 PRIMAVERAL: METEORISMO **2** OTOÑAL DIARREA

Representación gráfica de los recursos forrajeros y períodos normales de aprovechamiento, referida a Pehuajó (Bs. As.). Original del autor.

La producción de forrajes de buena calidad nutritiva en forma casi continuada durante todo el año, hizo de Pehuajó una zona predominantemente ganadera, especializada en la preparación de novillos « chilled », base de su prosperidad. Dicha producción forrajiganadera puede ser representada gráficamente en un esquema

como el dado aquí, en relación a los períodos normales de aprovechamiento del forraje verde o conservado. Aparecen señalados para Pehuajó dos períodos críticos que afectan a las « invernadas »:

1º — *Primaveral* (septiembre-octubre). Los pastoreos de cereales al encañar en la primavera pierden valor nutritivo, por lo que generalmente se destinan entonces para grano, mientras que las leguminosas (alfalfa y tréboles), se encuentran todavía en crecimiento vigoroso y entonces en estado tan tierno que al ser ingeridas producen trastornos digestivos graves: meteorismo y diarrea.

2º — *Otoñal* (abril). Los pastoreos de alfalfa y sorgos declinan, perdiendo valor nutritivo, mientras que los invernales, de cereales, están todavía muy tiernos y provocan diarrea, con debilitamiento y pérdida de gordura del ganado. La influencia de estos períodos críticos en la entrega de novillos a frigorífico, es marcada.

Finalmente se señala que sería de interés agronómico elaborar para el país una representación gráfica de las épocas del año con crisis en la producción y delimitar de ese modo las diferentes regiones y sub-regiones forrajiganaderas para invernada, cría y tambo. Tal delimitación facilitaría el enfoque del estudio integral de ese problema en todos sus aspectos: fitotécnico, zootécnico, comercial e industrial.

EL ORIGEN DEL OXÍGENO DE LA ATMÓSFERA Y SU COMPOSICIÓN ISOTÓPICA (*)

POR

MALCOM DOLE

Catedrático de Físico-Química
North Western Universidad. - Evanston, Illinois, EE. UU.

I. Origen de los Elementos. — Empezaré esta charla sobre el origen del oxígeno de la atmósfera, o en otras palabras, la historia del oxígeno, desde el principio del universo.

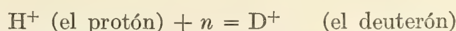
Al tiempo cero, cuando se creó el universo, existía solamente una gran masa de neutrones que permanecían estables debido a las condiciones de temperatura y presión. Entonces, al tiempo cero, empezó a dilatarse el universo; ésta es la teoría de la expansión del universo. La teoría de la expansión del universo se basa en dos puntos: 1º, el hecho del cambio rojo en el espectro de las estrellas (el efecto Doppler) y 2º, el hecho de que la edad del universo, 3.02×10^9 años, calculada por la velocidad y la distancia de las estrellas, es igual a la edad del universo, 2.5×10^9 años, calculada por la velocidad de la descomposición radiactiva del uranio y de la cantidad del plomo así formada. Cuando la presión y la temperatura empezaron a disminuir, entonces se llevó a cabo la ecuación de la descomposición del neutrón.

$$n = p^+ + e^- \qquad \begin{aligned} n &= \text{neutrón} \\ p^+ &= \text{protón} \\ e^- &= \text{electrón} \end{aligned}$$

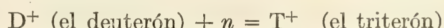
El neutrón libre es un núcleo radiactivo e inestable y su vida es de catorce minutos, aproximadamente.

(*) Conferencia pronunciada por el autor en la Sociedad Científica los días 6 y 8 de junio de 1951.

Ahora, en la mezcla de los neutrones, los protones y los electrones, pueden ocurrir reacciones nucleares; por ejemplo: la captura de los neutrones por los protones,



H^+ (el protón) $+ n = D^+$ (el deuterón)



D^+ (el deuterón) $+ n = T^+$ (el triterón)

y la formación de las partículas más pesadas que el hidrógeno. Esta teoría es la teoría para la formación de todos los elementos, incluyendo oxígeno, que existe hoy día. Es la teoría de Alpher, Bethe y Gamov de los EE. UU. (1).

¿Cuál es la base experimental de esta teoría? Todos los elementos tienen una probabilidad de la captura de los neutrones en reacciones nucleares. Predeciríamos que los elementos con una gran probabilidad de captura de neutrones no serían abundantes en el universo (porque otros elementos se formarían por la captura de los neutrones) y que los elementos con una pequeña probabilidad de captura de neutrones serían más abundantes. En la figura número uno se ilustra la abudancia cósmica de los elementos, usando una escala logarítmica, como una función del peso atómico. Noten ustedes, por favor, que la abundancia disminuye a medida que el peso atómico aumenta. En la figura número dos se ilustra el logaritmo de la probabilidad de la captura de neutrones como una función del peso nuclear. Notarán también que la probabilidad aumenta en tanto el peso atómico aumenta, lo inverso de lo que ocurre con las coordenadas de la curva de la primera figura, en conformidad con la teoría ya mencionada. Alpher, Bethe y Gamov han calculado la abundancia cósmica de los elementos utilizando la teoría de la captura de neutrones, con mucho éxito, como se ilustra en la figura número uno. Las tres curvas se calcularon con la introducción de diferentes constantes en las ecuaciones matemáticas, como, por ejemplo, la abundancia inicial de los neutrones.

Esta teoría de Alpher, Bethe y Gamov, tiene sus desventajas; por ejemplo: es un poco difícil comprender cómo un núcleo de masa 6 se puede formar cuando no hay ningún elemento estable o inestable de masa 5. La vida media de los neutrones es de catorce minutos; en consecuencia, según esta teoría, todos los elementos del universo se formaron en algunas horas.

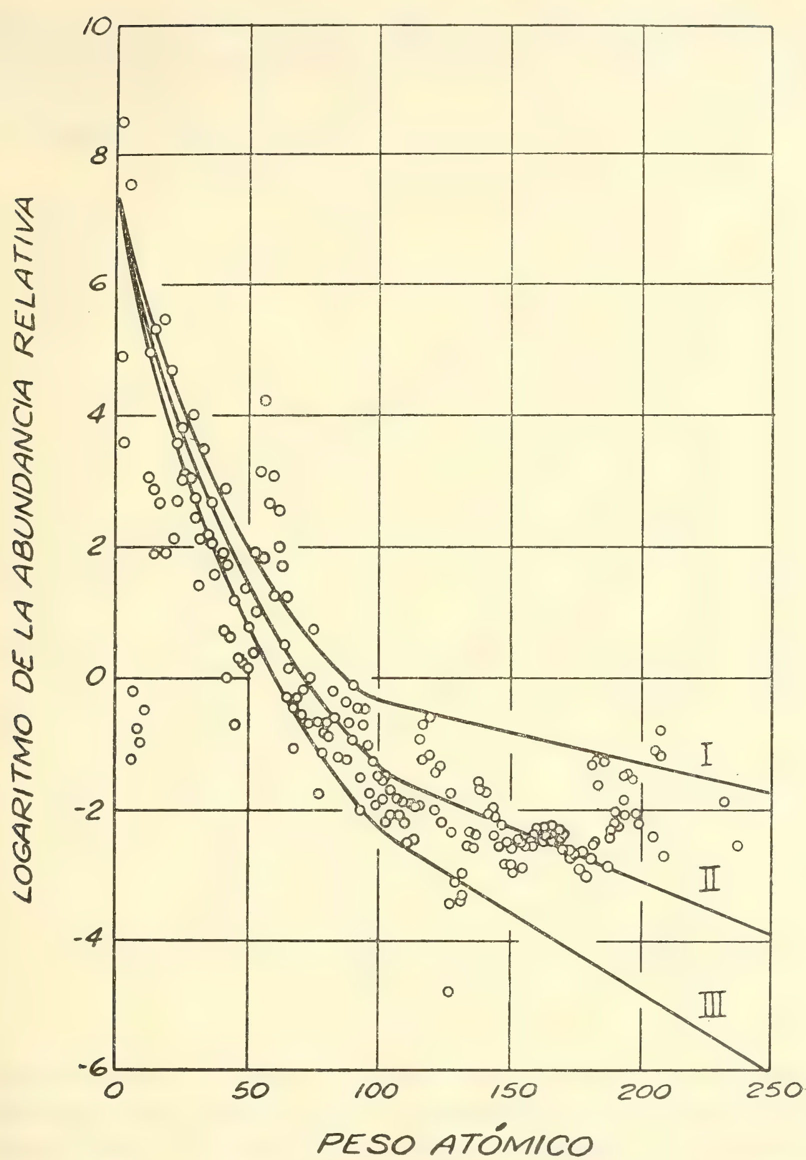

LOGARITMO DE LA ABUNDANCIA RELATIVA
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
0
50
100
150
200
250
PESO ATÓMICO
I
II
III

Fig. 1.

II. Origen del Sistema Solar. — Ahora hablaré sobre la formación del sistema solar y de nuestro planeta, la Tierra. Es un hecho muy notable que más de trescientos cuerpos celestes tienen la misma

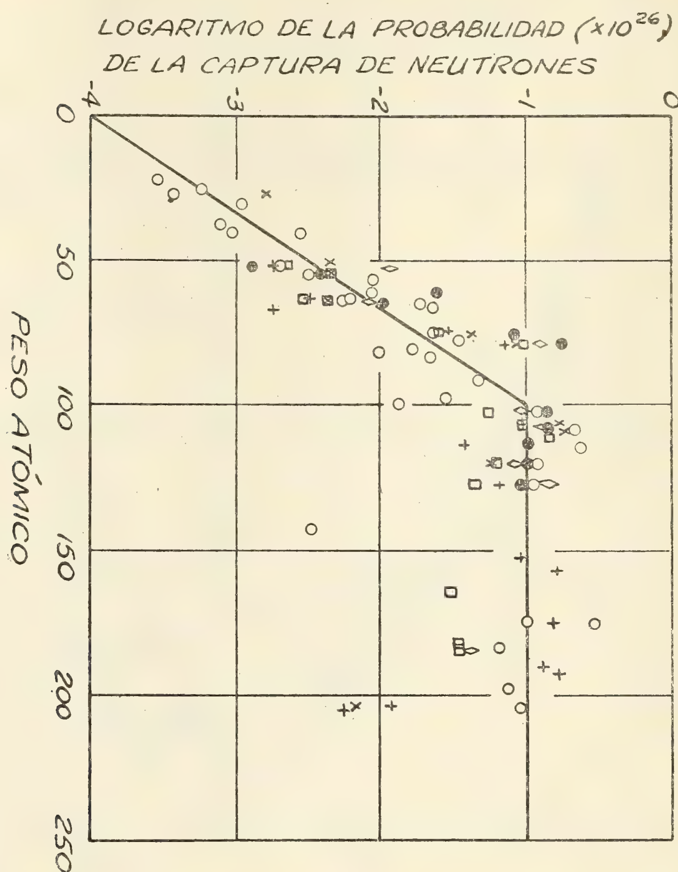


Fig. 2.

dirección de movimiento en el espacio y también la misma dirección de rotación, como se ilustra en la figura número tres. Este hecho no puede ser solamente una coincidencia fortuita, pero esto significa que el Sol, la Tierra y otros planetas se han formado con el mismo proceso. Según la teoría de Laplace, que se ha modificado de nuevo recientemente por Ter Haar (²), los cuerpos celestes se formaron por la condensación de materia gaseosa. Por ejemplo, los planetas más próximos al Sol se formaron por la condensación de los elemen-

tos pesados y los planetas más lejanos del Sol por la condensación de los elementos menos pesados. Naturalmente la temperatura es más baja lejos del Sol. Por consecuencia, la densidad de los planetas cercanos al Sol es más grande que la de los lejanos. Bien que los

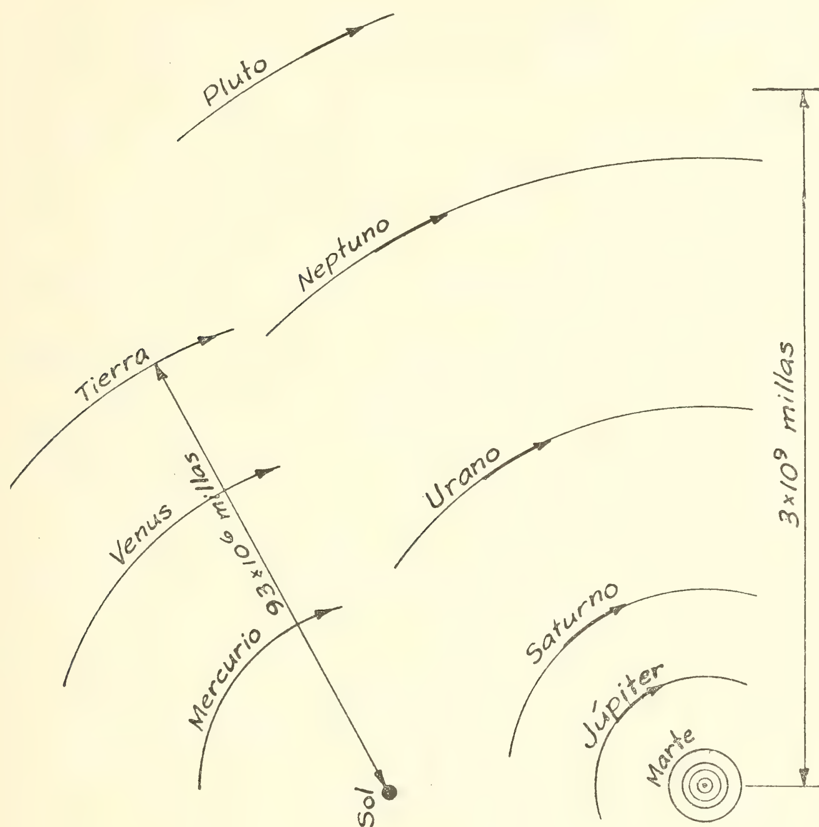


Fig. 3.

planetas lejanos al Sol pueden aumentar su masa más que los planetas cercanos al Sol porque se formaron después, su magnitud ha aumentado en la medida en que era posible la captura de materia ligera por la fuerza de la gravedad. El éxito de esta teoría en el cálculo de las masas de los planetas se ilustra en la tabla I, donde las masas de los planetas han sido calculadas en relación a la masa de la tierra como unidad.

TABLA I. — *Masas de los planetas calculadas según la teoría de Ter Haar* [2]

Planeta	Masa observada	Masa calculada
Mercurio	0,05	0,1
Venus	0,8	0,5
Tierra	1	1
Marte	0,1	2
Júpiter	318	130
Saturno	95	90
Urano	15	20
Neptuno	17	3
Pluto	0,9	0,8

Ahora discutiré la composición de la atmósfera de los planetas que se refleja en la tabla II.

Estos datos se obtienen por el método de la medida de la absorción de la luz infra-roja según determinaciones hechas en la Facultad de Física en mi Universidad. Por la medida de las frecuencias de la luz que es absorbida por la atmósfera de un planeta es posible determinar su composición química.

TABLA II. — *Composición de la atmósfera de los planetas*
760 *mm Hg* - 0° *C*

	CO_2	O_2	H_2O	N_2	NH_3	CH_4
Tierra	220	168,000	variable	625,000	—	1,7
Júpiter					700	15,000
Marte	(440 (capas polares, hielo debajo 0° C)					
Neptuno						250,000
Saturno	(círculos de hielo)					35,000
Titano						20,000
Urano						150,000
Venus	100,000					

Es un hecho muy significativo que solamente la Tierra tiene una atmósfera de oxígeno. También la tierra es el planeta único que tiene vapor de agua en su atmósfera aunque un poco puede existir en la atmósfera de Marte. Por consecuencia la vida es posible sólo en la Tierra. La composición de la atmósfera de los otros planetas con-

siste en gran parte de los gases inoxidados como el metano. Probablemente la Tierra no tuvo oxígeno en su atmósfera cuando se formaba porque la superficie de la Tierra no está oxidada completamente hoy día.

Creemos que la oxidación de la corteza terrestre se opera continuamente; por ejemplo, los gases desprendidos de volcanes contienen hidrógeno sulfurado y otros gases inoxidados.

¿De dónde vino el oxígeno de nuestra atmósfera?

III. Teorías del origen del oxígeno atmosférico. — La primera teoría del origen del oxígeno atmosférico fué la teoría biológica ([3]). Esta teoría supone que la vida —particularmente la vida de las plantas— apareció en la tierra antes de la formación del oxígeno atmosférico y después de la aparición de la vida se originó la fotosíntesis y de este modo se produjo el oxígeno en la atmósfera. Desgraciadamente no puede probarse esta teoría porque no conocemos el mecanismo de la creación de la vida botánica, ni el mecanismo de la fotosíntesis. Para mí, yo no puedo creer que se haya creado la vida sin el oxígeno atmosférico.

Otra teoría de la formación del oxígeno atmosférico es la teoría de Tammann ([4]). Tammann supone que se produjo el oxígeno libre de la atmósfera en la reacción de descomposición termal del agua, así:



$$2\,H_2O \rightleftarrows 2\,H_2 + O_2$$

Si la temperatura es de mil quinientos grados centígrados, la fracción del agua descompuesta es solamente de 0,00008. En todo caso es necesario que el hidrógeno parta de la atmósfera. A causa de la pequeña masa y la gran velocidad de la molécula de hidrógeno, la fuerza de la gravedad no puede retener el hidrógeno en la atmósfera de la tierra, pero el hidrógeno se difunde fuera de la atmósfera, especialmente a altas temperaturas. Este postulado de la pérdida del hidrógeno de la atmósfera es racional y razonable porque no hay hidrógeno en la atmósfera hoy día, y tampoco hay helio, una molécula con el peso atómico cuatro. Sabemos que el proceso de radiactividad produce el helio, pero no hay helio y, por consecuencia, el helio debió escapar de la atmósfera. Si el helio puede escapar, el hidrógeno puede escapar también, y, en efecto, más rápidamente que el helio. En la tabla III se indica la fracción de las varias moléculas

que tienen según la teoría de Jeans las velocidades bastante elevadas a la temperatura indicada para escapar de la atmósfera, una fracción calculada por la ecuación de Maxwell-Boltzmann.

TABLA III. — *Fracción de moléculas que tienen velocidades mayores que la « velocidad de escape »*

Gas	Peso molecular	1500° K	2500° K
H_2	2	$3,2 \times 10^{-4}$	$9,9 \times 10^{-3}$
H_2O	18	$1,4 \times 10^{-75}$	$5,7 \times 10^{-46}$
N_2	28	$2,3 \times 10^{-118}$	$2,1 \times 10^{-61}$
O_2	32	5×10^{-138}	$1,2 \times 10^{-84}$

Con excepción del hidrógeno, ningún gas tiene una fracción significativa de moléculas que posean una velocidad igual a la velocidad por demás elevada para escapar de la atmósfera. La principal desventaja de la teoría de Tammann es la necesidad de una temperatura muy elevada. De este modo no puede probarse la teoría porque no sabemos si existió una temperatura elevada durante el tiempo necesario para la disociación del agua y la pérdida del hidrógeno.

Vayamos ahora a la teoría de la producción del oxígeno atmosférico por las reacciones de la fotoquímica en la estratosfera, según lo propuesto por Poole ([5]). Creo que esta teoría es correcta ([6]). Primero es necesario constatar que la intensidad de la luz ultravioleta es muy grande en la estratosfera. Además, a grandes alturas la longitud de las ondas de la luz se hace más corta y la energía de los fotones aumenta. Por ejemplo, la longitud puede disminuir hasta solamente quinientas unidades de Angstrom o menos; la energía de un fotón de 500 Å en longitud es equivalente a 575,000 calorías por molécula. Esta energía es bastante para la disociación de todas las moléculas de la química. En la tabla IV se indican varias reacciones fotoquímicas que pueden ocurrir en la estratosfera.

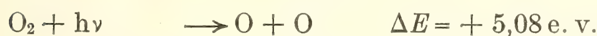
ΔE es la energía requerida para la disociación en las unidades de voltios electrónicos. Un voltio eletrónico es equivalente a veintitrés mil calorías por molécula. El símbolo $n^2D°$ ó el símbolo n^1D significa el estado electrónico del átomo, un estado activado. Donde no se encuentran estos símbolos, los átomos se hallan en el estado de energía el más bajo; en otras palabras, en el estado normal.

TABLA IV. — *Reacciones fotoquímicas de la estratosfera*

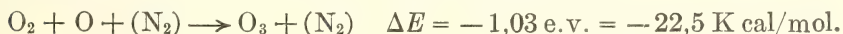
	ΔE
$O_2 + h\nu \longrightarrow O + O$	5,08 e. v.
$H_2O + h\nu \longrightarrow H + OH$	5,12
$OH + h\nu \longrightarrow O + H$	4,34
$CO_2 + h\nu \longrightarrow CO + O\ (n^1D)$	7,47
$N_2 + h\nu \longrightarrow N + N\ (n^2D^\circ)$	9,75

Ahora la pregunta más importante es [6], ¿pueden recombinarse estos radicales como hidróxilo, hidrógeno atómico, etc.? Porque, si el hidrógeno atómico se recombinara no se difunde fuera de la atmósfera. Todas las reacciones de recombinación son exotérmicas, es decir que se libra el calor en la reacción de recombinación. Pero un cuerpo tercero es necesario, sea el nitrógeno u otras moléculas, o una pared del aparato. En las reacciones en el laboratorio hay siempre una pared, las paredes de los vasos, catalizadores, etc., pero no hay paredes en la estratosfera. Este hecho es muy importante y significativo para la formación del oxígeno libre en la atmósfera.

La molécula de nitrógeno puede utilizarse como cuerpo tercero para las reacciones de recombinación; por ejemplo, en la formación del ozono por las reacciones:



$$O_2 + h\nu \longrightarrow O + O \qquad \Delta E = +\,5{,}08\ \text{e. v.}$$



$$O_2 + O + (N_2) \longrightarrow O_3 + (N_2) \qquad \Delta E = -\,1{,}03\ \text{e.v.} = -\,22{,}5\ \text{K cal/mol.}$$

La máxima presión parcial del ozono en la atmósfera existe a una elevación de veinticinco kilómetros, más o menos. Arriba no hay bastantes moléculas de nitrógeno por centímetro cúbico para la reacción utilizando el nitrógeno como un cuerpo tercero, y debajo no hay bastante luz ultravioleta para la formación del oxígeno atómico por disociación fotoquímica.

La imposibilidad de una reacción sin un cuerpo tercero, como



$$H + OH \longrightarrow H_2O \qquad \Delta E = -\,5{,}12\ \text{e. v.}$$



o $$H + O \longrightarrow OH \qquad \Delta E = -\,4{,}34\ \text{e. v.}$$

se basa en la imposibilidad de la pérdida de la energía de la reacción por ningún mecanismo. Si no hay ningún cuerpo tercero, no hay

ningún mecanismo para la evolución de la gran energía de la reacción y por consecuencia la reacción no es posible. Si el cuerpo tercero, pared, catalizador u otras moléculas, puede recibir o aceptar la energía de la reacción, ésta es posible.

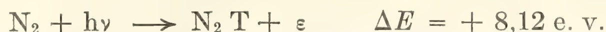
Sin embargo, si hay dos productos de la reacción, entonces ella es posible según se ilustra en la Tabla V.

TABLA V. — *Reacciones termales de la estratosfera*

	ΔE
$O + OH \longrightarrow O_2 + H$	— 0,69 e. v.
$N + NH \longrightarrow N_2 + H$	— 3,98
$N + OH \longrightarrow NO + H$	— 0,95
$N\,(n^2D^\circ) + OH \longrightarrow NH + O$	— 1,43

En estas reacciones la energía se transforma fácilmente en la energía de la translación de los productos y el momento de inercia se conserva. Noten, por favor, que todas las reacciones de esta tabla son exotérmicas; en tres de las reacciones el hidrógeno atómico se produce. En ninguna reacción se consume el hidrógeno. En efecto, no hay ninguna reacción química en la estratosfera en que se elimine el hidrógeno desde la fase gaseosa. Por consecuencia, el hidrógeno atómico se difunde fuera de la atmósfera y el oxígeno se queda en la atmósfera de la tierra. Cuando dos átomos de hidrógeno se difunden fuera, un átomo de oxígeno se queda atrás. Esta teoría explica el mecanismo del origen del oxígeno libre en nuestra atmósfera.

Pero se necesita una temperatura elevada para la pérdida rápida del hidrógeno. El mecanismo para la producción de temperaturas de cerca de 1000 grados centígrados o más existe en la neutralización de los iones de las capas iónicas de la estratosfera como la capa de Heaviside-Kenelly, la F-capa, E-capa, etc. Los iones de la estratosfera se forman por fotoionización, así:



$$N_2 + h\nu \longrightarrow N_2 T + \varepsilon \qquad \Delta E = + 8{,}12 \text{ e. v.}$$

porque aumentan y disminuyen hora a hora como la intensidad del sol aumenta y disminuye hora a hora. Las reacciones de neutralización son muy enérgicas y producen mucha energía según se ilustra en la Tabla VI.

TABLA VI. — *Reacciones de neutralización de la estratosfera*

	ΔE
$O_2^+ + e \rightarrow O + O$	— 7,11 e. v.
$N_2^+ + e \rightarrow N + N$	— 8,12
$H_2O^+ + e \rightarrow H + OH$	— 7,6
$OH^+ + e \rightarrow H + O$	— 9,0

Se requiere solamente una pequeña fracción de esta energía para la producción de una temperatura elevada. Por ejemplo, un voltio-electrónico es equivalente a diez mil grados centígrados suponiendo que toda este energía se transformara en la energía de traslación. Según Godfrey y Price, investigadores ingleses, hay una temperatura de 1350 grados centígrados a una altura de 285 kilómetros.

Probablemente este proceso para la producción del oxígeno libre existe hoy día en la estratosfera. Probablemente la presión parcial del oxígeno en la atmósfera aumenta hoy día lentamente, pero la cantidad total del oxígeno formado por este mecanismo es pequeña en relación a la cantidad total de agua del mundo. Por ejemplo, si todo el oxígeno de la atmósfera se usara para la formación de agua, la profundidad de los acéanos del mundo aumentaría solamente dos metros. Además, la oxidación de la corteza terrestre consume continua y lentamente el oxígeno libre.

Después de la formación del oxígeno libre se inició la vida botániva y el proceso de la fotosíntesis. Como saben todos los químicos, la abundancia del oxígeno atmosférico se mantiene hoy día por la fotosíntesis. Se ha estimado que diez mil años se requieren para la producción de todo el oxígeno de la atmósfera en la reacción sintética.

IV. COMPOSICIÓN ISOTÓPICA DEL OXÍGENO ATMOSFÉRICO. — Ahora, deseo discutir la composición isotópica del oxígeno atmosférico. Hay seis isótopos del oxígeno. El isótopo de la masa 16 es el más abundante, pero hay otros isótopos. Los isótopos del oxígeno de peso atómico 17 y 18 fueron descubiertos en 1929 por Giauque y Johnston en California ([7]). Los descubrieron estudiando líneas espectrográficas atmosféricas debidas al salto electrónico de 1,6 voltios en la molécula del oxígeno. Por este método se demostró que lo que

conocíamos como elemento oxígeno es en realidad una mezcla de átomos de peso atómico 16, 17 y 18. Además hay tres isótopos inestables y radiactivos, oxígeno 14, 15 y 19. En la Tabla VII se reflejan valores de la abundancia de los isótopos estables, masas de todos los isótopos, métodos de la preparación, vidas medias y productos de la descomposición de los isótopos inestables.

TABLA VII. — *Los isótopos del oxígeno*

Símbolo	Tanto por ciento en el aire (a)	Reacciones nucleares para prepararlos	Vida media (c)	Radiaciones	Masas (b)	
					Standard físico	Standard químico
O^{14}	0	N^{14} (*p*, *n*) O^{14}	76,5 sec. (*d*)	β^+, γ	14,0130(*f*)	
O^{15}	0	N^{14} (*d*, *n*) O^{15} y otras	118,0 sec. (*e*)	β^+	15,0078	
O^{16}	99,7587				16,0000	15,99555
O^{17}	,0374				17,00450	16,99977
O^{18}	,2039				18,0049	17,99980
O^{19}	0	F^{19} (*n*, *p*) O^{19}				
		O^{18} (*n*, γ) O^{19}	29,5 sec.	β^-, γ	19,0087	

Referencias para Tabla VII

(*a*) A. O. NIER. — *Phys. Rev.* 77, 789 (1950).
(*b*) Masas de los isótopos estables de oxígeno de « Introduction to Radiochemistry », G. FRIEDLANDER y J. W. KENNEDY, John Wiley and Sons, Inc., N. Y., 1949, p. 301.
(*c*) Datos de vida media y de radiactividad, menos los indicados, de C. T. SEABORG y I. PERLMAN: *Revs. of Modern Phys.* 20, 585 (1948).
(*d*) R. SHERR, H. R. MUETHER y M. G. WHITE. — *Phys. Rev.* 75, 282 (1949).
(*e*) V. PÉREZ-MÉNDEZ y H. BROWN. — *Phys. Rev.* 76, 689 (1949).
(*f*) Calculado de datos dados por (*d*).

Es muy interesante observar que las masas de los isótopos inestables fueron calculadas con mucha exactitud por medio de la teoría de la relatividad Einsteniana utilizando la ecuación

$$\Delta E = \Delta m \, . \, c^2$$

donde ΔE es la energía, Δm la diferencia en masa en la reacción nuclear, y c es la velocidad de la luz. A causa de la brevedad de la vida media de los isótopos inestables, éstos tienen pequeña importancia en el estudio de las reacciones fisiológicas y en el estudio del curso de las reacciones químicas.

En química, la base de los pesos atómicos es la mezcla de los isótopos del oxígeno, considerado 16.0000 como exacto, pero los físicos aceptan el isótopo O^{16}, puro, como base. Para traducir las cifras del standard físico en las de la escala química ordinaria es necesario dividir los pesos específicos por el coeficiente 1,000278.

Si todo el oxígeno libre del mundo fuera producido por la fotosíntesis, pensaríamos que la composición isotópica del oxígeno libre debería ser la misma que la composición isotópica del oxígeno liberado por la fotosíntesis. Pero no es ese el caso.

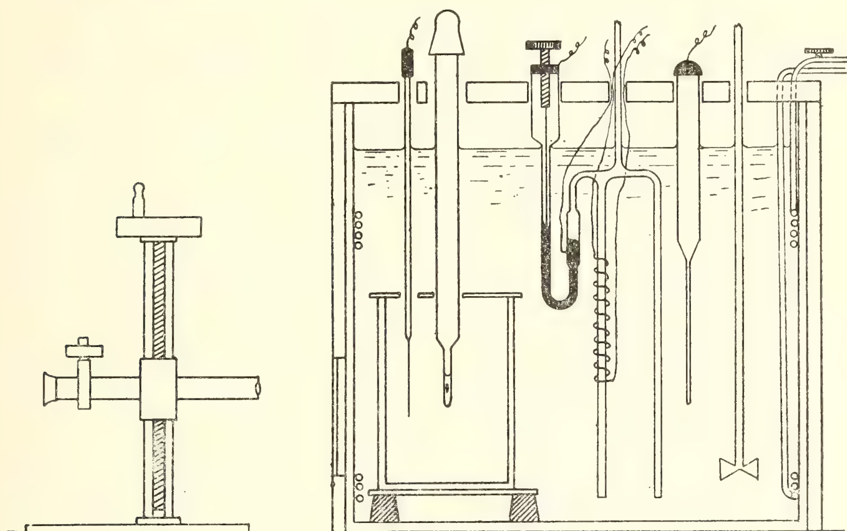


FIG. 4.

Hemos descubierto ([8]) que la abundancia del oxígeno 18 en la atmósfera es mayor que la abundancia en el oxígeno del agua compuesta. Este descubrimiento fué hecho por la combustión del hidrógeno de un balón con el oxígeno atmosférico, y la medida de la densidad del agua así formada después de una purificación cuidadosa. En la purificación es necesario tener en cuenta que la proporción del agua pesada cambia durante la destilación porque la presión del vapor del agua pesada es menor que la presión del vapor del H_2O^{16} pura. Por consecuencia tenemos que calcular mediante la fórmula de destilación de Rayleigh, las correctas fracciones inicia-

les y terminales que se desalojan para que no ocurran ningún cambio en la relación O^{18}/O^{16}. Como es conocido por todos los químicos, el agua con O^{18} o hidrógeno del peso atómico dos tiene una mayor densidad que el agua común. El método para la medida de la densidad del agua, con una sensibilidad de dos o tres diez millonésimas partes se ilustra en la figura 4, donde pueden verse el flotador com-

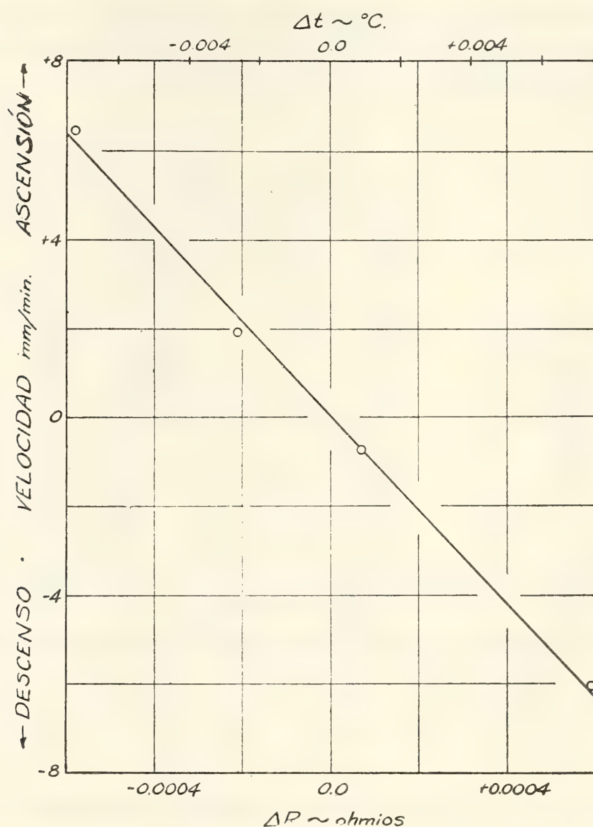


Fig. 5.

pletamente sumergido en el agua, el termómetro de resistencia de platino y un microscopio desplazable. El método es muy sencillo: primero buscamos la temperatura en la que el flotador permanece estable, es decir, sin descender o ascender. Hecho esto medimos la velocidad de la ascensión o del descenso del flotador a varias temperaturas como se ilustra en la figura 5. Por interpolación se calcula la velocidad cero.

Luego sigue la misma experiencia empleando el agua destinada para la valoración de O^{18} y O^{17} y se anota de nuevo la temperatura del equilibrio flotante. De estas experiencias podemos deducir que el volumen del agua desplazada por el flotador en ambos casos es el mismo y la diferencia en densidad del agua se puede calcular por la diferencia de las temperaturas correspondientes al estado de equilibrio del flotador en las dos experiencias como se ilustra en la tabla VIII.

TABLA VIII. — *Ejemplo de un análisis isotópico de agua por el método del flotador sumergido*

Agua	Temperatura del equilibrio flotante	Densidad
Agua común	25,186	0,9970216
Agua con exceso de O^{18}	25,235	,9970216
Densidad del agua común a 25,235 .		,9970089
Diferencia en densidad		$\Delta\rho = 0,0000127$

ρ = densidad $\qquad \rho H_2O^- \; \rho H_2O^{16} = ,222 \times 10^{-6} = 222\,\gamma$

$\alpha = 1 + \dfrac{\gamma}{222}$ $\qquad \alpha$ = factor de fraccionamiento

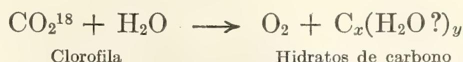
$\Delta\rho \,.\, 10^6 = \gamma$ $\qquad \gamma$ = diferencia en densidad en millonésimas partes

El factor de fraccionamiento,α, es calculado mediante las ecuaciones de la tabla VIII y representa el aumento de las relaciones O^{18}/O^{16} y O^{17}/O^{16} en exceso sobre las mismas relaciones en agua común. ρH_2O^{16} es la densidad del agua con ningún oxígeno dieciocho o diecisiete. Por supuesto, el resultado calculado tiene que tener en cuenta la pérdida de la densidad del flotador que resulta del incremento de la temperatura. Puede medirse en una cantidad de agua de un centímetro cúbico de 0.1 millonésima parte de la densidad, más o menos.

Este método tiene sus desventajas. Primero, el largo tiempo necesitado para la purificación del agua; segundo, es preciso determinar la relación entre los isótopos de masa uno y dos del hidrógeno del agua porque ésta influye también en la densidad. Hemos evitado esta dificultad en algunas experiencias utilizando el isótopo puro de hidrógeno de masa uno en la preparación del agua. La tercera dificultad resulta de la imposibilidad de distinguir entre

variaciones en el contenido de O^{17} y O^{16}. Como la cantidad de O^{17} es la quinta parte de la de O^{16}, apenas tiene influencia en la mayoría de las experiencias.

El estudio de los isótopos del oxígeno en el oxígeno liberado por la fotosíntesis tiene gran interés. En 1941 Ruben, Randall, Kamen y Hyde (9) cultivaron *chlorella* en agua normal que contenía carbonatos enriquecidos con O^{18}, y encontraron que el oxígeno liberado tiene la composición igual a la del agua, por ejemplo:



$$CO_2^{18} + H_2O \longrightarrow O_2 + C_x(H_2O\,?)_y$$

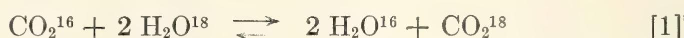
Clorofila   Hidratos de carbono

No sabemos la composición isotópica de los hidratos de carbono. Nunca fué medida. También estudiaron el fenómeno inverso, cuando se provoca fotosíntesis usando *chlorella* en soluciones de carbonato normal en agua enriquecida en O^{18}.



$$CO_2 + H_2O^{18} \longrightarrow O_2^{18} + C_x(H_2O)_y \text{ hidrato de carbono}$$

También obtuvieron el mismo resultado; es decir, el oxígeno de la fotosíntesis tiene la misma composición isotópica que la del agua y proviene del agua. Pero en el trabajo de estos autores es posible un intercambio del oxígeno entre el anhídrido carbónico y el agua, antes de la fotosíntesis, según la reacción:



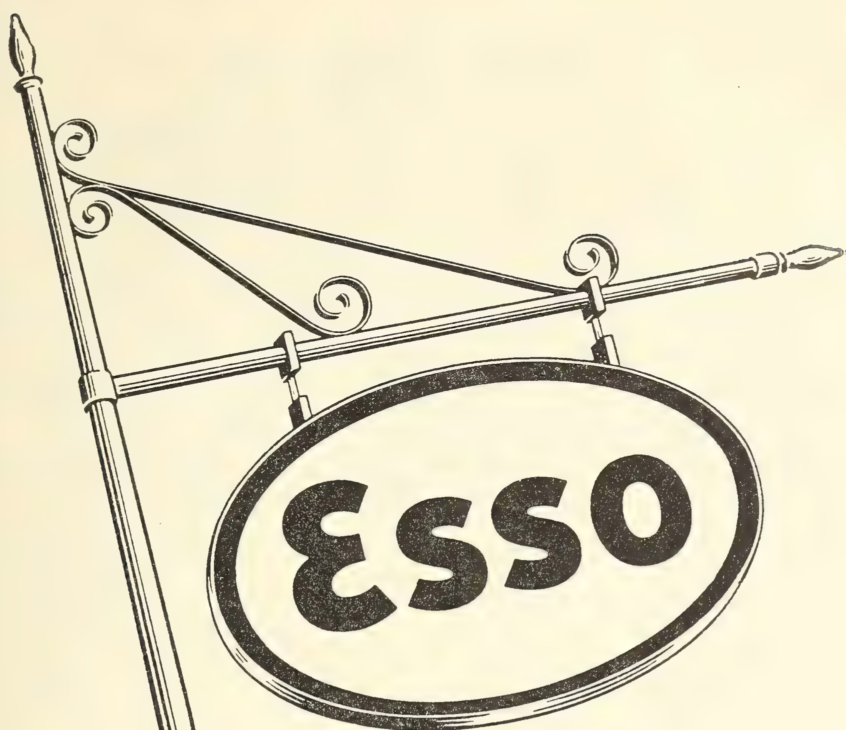
$$CO_2^{16} + 2\,H_2O^{18} \rightleftarrows 2\,H_2O^{16} + CO_2^{18} \qquad [1]$$

mediante la formación del ácido carbónico



$$CO_2 + H_2O \rightleftarrows H_2CO_3 \qquad [2]$$

(*Concluirá*)



CALIDAD
CONFIANZA
CONFORT
SERVICIO

ANALES

DE LA

SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA

DIRECTOR: ALBERTO G. URCELAY

NOVIEMBRE-DICIEMBRE 1953 — ENTREGAS V y VI — TOMO CLVI

SUMARIO



BUENOS AIRES
AVDA. SANTA FE 1145

1953

ADVERTENCIA. — Los colaboradores de los Anales son personalmente responsables de la tesis sustentada en sus escritos. Tienen derecho a la corrección de dos pruebas. Los que deseen tirada aparte de 50 ejemplares de sus artículos, deben solicitarla por escrito. Artº 10 del Reglamento de los "ANALES" (modificado por la J. D. en su sesión de fecha 4 de septiembre 1941). Los escritos originales destinados a la Dirección de los "Anales", serán remitidos a la Gerencia de la Sociedad, avenida Santa Fe 1145, a los efectos de registrar la fecha de entrega para luego enviarlos al señor Director. La Sociedad no tomará en consideración las observaciones de los autores que se refieran a cualquier anormalidad, si no se ha cumplido con el requisito indicado.

Impreso en los Talleres Gráficos "TOMAS PALUMBO" - La Madrid 311-325 - Buenos Aires

FENOMENOS ACUSTICOS, OPTICOS O TERMICOS INDUCIDOS SOBRE UN PLANO POR LA PRESENCIA DE UNA SUPERFICIE CONTINUA CUALQUIERA QUE REFLEJA UN PUNTO FUENTE DE ENERGIA SONORA O ELECTROMAGNETICA

POR

EZIO LORENZELLI

INTRODUCCION

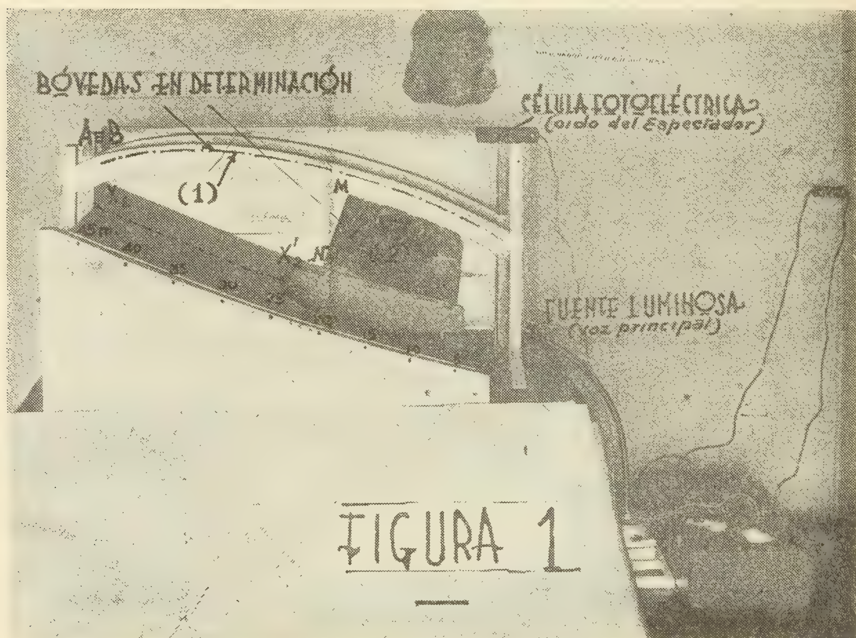
Establecer una relación matemática entre una superficie Σ_1 cualquiera, un punto fuente de energía S y la intensidad de energía reflejada por esta superficie Σ_1 sobre otra superficie Σ_2, es un problema general que se encuentra a menudo en la técnica moderna. En Termotécnica, p. e. planteando este problema se puede resolver el balance energético de los hornos a reverberación, se pueden proyectar los espejos de rendimiento máximo en las plantas de aprovechamiento de la energía solar, se dominan, en otras palabras, todos los fenómenos en los cuales se encuentra energía térmica de irradiación.

Las leyes de la óptica geométrica, según las cuales he resuelto dicho problema general, rigen, por lo que se refiere a la intensidad electrónica o fotónica reflejada (planteada en forma estadística y expresada según funciones ψ de probabilidad), también en la nueva mecánica ondulatoria: resulta, entonces, que las siguientes fórmulas tienen un valor muy general y pueden ser aplicadas también en la moderna física cuántica, electrónica o fotónica.

Además, el problema resuelto es el problema básico de la Arquitectura Acústica: Resolver en forma general y exacta el problema antedicho significa resolver por fin en forma segura el problema acústico de cualquier sala moderna a sonido dirigido; y ello equivale, entonces, a sacar esta nueva ciencia de la fase auroral de las

búsquedas desordenadas actuales para ponerla sobre bases matemáticas y técnicas bien definidas.

En efecto, el estudio acústico de las salas, ha sido realizado hasta ahora (por lo que se refiere a la distribución de la intensidad sonora reflejada por sus paredes y bóvedas sobre el público) en forma bastante empírica: o limitándose a consideraciones aproximadas con el uso de modelos o con el estudio (ilusorio y muy peligroso) de cortes planos de la sala en proyecto.



Son muy conocidos, por los técnicos, los trabajos ingleses, japoneses, norteamericanos y rusos sobre este importante tema. Desde el 1926, cuando Davis planteó el primer modelo acústico a dos dimensiones para el estudio de salas (A. Davis, Ripple Tank Wawes, Proc. Phys. Soc. N. 8 - 1926), se desarrollaron (siempre para resolver en forma empírica el problema que hoy presentamos definido matemáticamente) los estudios básicos de Satow. T. (Acoustical Analisis of Auditorium by Optical Treatment in Models — Journ. Waseda Univ. Japon— 1930-17), los de C. Glower, de V. O. Knudsen, de H. L. Kirke, de A. B. Howe, K. W. Wagner, de

A. Gigli y de muchos otros, planteando analogías ópticas en modelos rellenados de humo (especialmente para localizar las « cáusticas » de las superficies reflejantes), por medio de ondas de presión producidas en los modelos, con el uso de ultrasonidos, etc.

Una forma sencilla y muy exacta para resolver empíricamente el viejo problema fué presentada por mí en el año 1937, construyendo el modelo de la sala en estudio con chapas de aluminio reflectoras de luz, diversamente ahumadas según el distinto coeficiente de absorción acústica previsto en las varias paredes y bóvedas de la sala y representando después el « oído del espectador » (en la semejanza óptico-acústica así realizada) por una célula fotoeléctrica móvil. La fuente sonora es sustituída en el modelo (en su posición que puede ser también móvil) por una lamparita puntiforme especial.

La fig. 1 representa la realización de esta planta experimental mientras el autor estudiaba las características acústicas de las paredes laterales de un gran teatro a sonido dirigido, isopotencial, proyectado y realizado por él mismo, en Turín, según este sistema (*).

En el tomo CXLVII, Feb. de 1949, pág. 84-92, de los Anales de la Sociedad Científica Argentina (Acústica teatral y cinematográfica transformable) he subrayado brevemente la importancia práctica de este problema básico de la Acústica moderna, y no creo necesario repetir aquí aquellos conceptos; quiero solamente advertir que las distintas realizaciones teatrales, desde 1600 hasta hoy, por razones sociales, económicas y artísticas, significan una aproximación cada vez mayor de la técnica acústica hacia la solución integral del gran « Teatro del Pueblo » a sonido enteramente dirigido y controlado, isopotencial y, por lo tanto, de máximo rendimiento. En efecto, hacia esta solución ideal convergen los estudios acústicos actuales, especialmente norteamericanos y rusos; ahora bien, para llegar con seguridad a este resultado es necesario resolver, antes, el problema óptico-acústico de la superficie lisa con-

(*) Ver citas en: « Enciclopedia Italiana », Vol. 1, Apéndice N° 2, pág. 613; en mis notas: E. L., « Sulla determinazione di superficie liscie riflettenti per Sale d'Audizione », etc.; « Il Politécnico », N° 6, 1937; y en E. L.: « Metodo per progettare e verificare sperimentalmente forme sonore razionali per Teatri moderni », « L'Architettura Italiana », año XXXVII, Nos. 7-8-9, 19142, y en el tomo A. Cassi Ramelli: « Edifici per gli spettacoli », Ed. Vallardi, a pag. 73: « Metodo Grafico-analitico del Lorenzelli ».

tinua, justamente en la forma matemática general, enunciada al comienzo de esta Nota.

Empezaré estableciendo una correspondencia entre los puntos $P \equiv (x, y, z)$ de una superficie cualquiera Σ_1 (derivable) $z = z(x, y)$ y los puntos de una superficie plana Σ_2 (X, Y) en forma tal que los puntos $S' \equiv (X, Y)$ de Σ_2 son las imágenes del punto origen $S \equiv (0, 0, 0)$ (fuente) que es reflejado por la superficie Σ_1 desde sus puntos $P \equiv (x, y, z)$ (fig. 2).

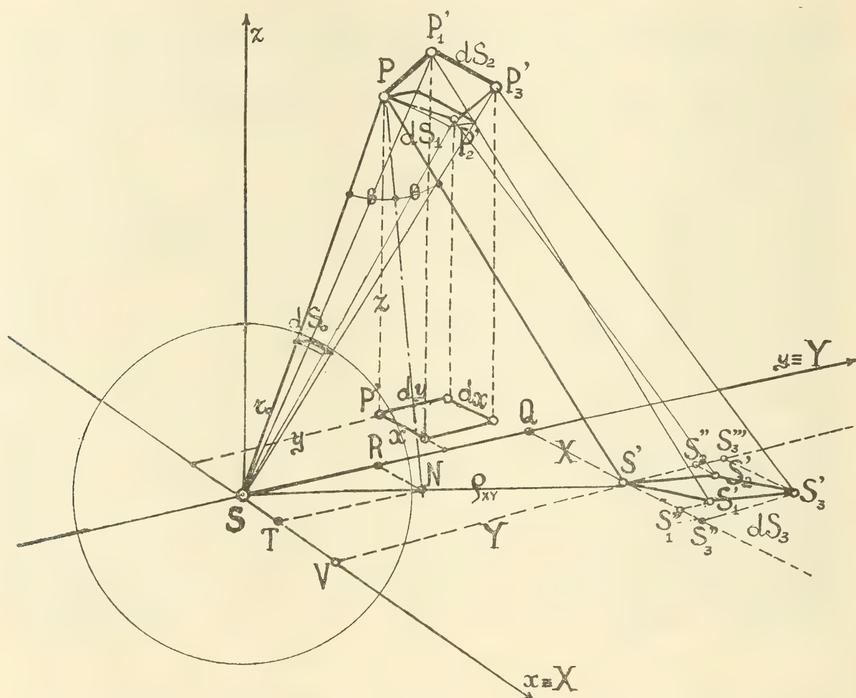


Fig. 2.

Es muy fácil constatar que las coordenadas sobre el plano Σ_2 de la intersección N con Σ_2 de la normal a la superficie Σ_1 (desde el punto $P \equiv (x, y, z)$, son:

$$\left.\begin{aligned} RN &= x + z\frac{\partial z}{\partial x}, \\ TN &= y + z\frac{\partial z}{\partial y}. \end{aligned}\right\} \quad [1]$$

Si es SP el rayo que pasa por S y encuentra en $P \equiv (x, y, z)$ a la superficie Σ_1 y PS' el rayo reflejado cuya intersección con Σ_2 es el punto $S' \equiv (X, Y)$, resulta:

$$SN = \sqrt{\left(x + z\frac{\partial z}{\partial x}\right)^2 + \left(y + z\frac{\partial z}{\partial y}\right)^2}$$

$$SP = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2} \qquad [2]$$

$$PN = z\sqrt{1 + \left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial z}{\partial y}\right)^2}$$

Si hacemos $\widehat{SPN} = \widehat{NPS}$, es también (fig. 2):

$$\frac{NS'}{NS} = \frac{PN^2}{PS^2 - SN^2} = \frac{TV}{ST} = \frac{RQ}{SR} \qquad [3]$$

o sea:

$$\frac{SV}{ST} = \frac{PN^2 + PS^2 - SN^2}{PS^2 - SN^2},$$

$$\frac{SQ}{SR} = \frac{PN^2 + PS^2 - SN^2}{PS^2 - SN^2}; \qquad [4]$$

y, siendo

$$ST = RN;\ SR = TN;\ SV = QS';\ SQ = S'Q,$$

tenemos:

$$QS' = RN\frac{PN^2 + PS^2 - SN^2}{PS^2 - SN^2},$$

$$VS' = TN\frac{PN^2 + PS^2 - SN^2}{PS^2 - SN^2}. \qquad [5]$$

Ahora bien, QS' y $S'V$ son justamente las coordenadas requeridas X e Y del punto S', imagen sobre el plano $XY \equiv xy$ del punto de origen S, reflejado por la superficie Σ_1. Sustituyendo los valores de SN, SP y PN calculados en las [2] resulta:

$$PN^2 + PS^2 - SN^2 = 2z^2\left(1 - \frac{x}{z}\frac{\partial z}{\partial x} - \frac{y}{z}\frac{\partial x}{\partial y}\right),$$

$$PS^2 - SN^2 = z^2\left\{2\left(1 - \frac{x}{z}\frac{\partial z}{\partial x} - \frac{y}{z}\frac{\partial z}{\partial x}\right) - \left[1 + \left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial z}{\partial y}\right)^2\right]\right\}; \qquad [6]$$

y, teniendo presentes las [1] y [5], se llega finalmente a las importantes relaciones:

$$\boxed{\begin{cases} X = \dfrac{x + z\dfrac{\partial z}{\partial x}}{1 - \dfrac{1+\left(\dfrac{\partial z}{\partial x}\right)^2+\left(\dfrac{\partial z}{\partial y}\right)^2}{2\left(1-\dfrac{x}{z}\dfrac{\partial z}{\partial x}-\dfrac{y}{z}\dfrac{\partial z}{\partial y}\right)}} \\[4ex] Y = \dfrac{y + z\dfrac{\partial z}{\partial y}}{1 - \dfrac{1+\left(\dfrac{\partial z}{\partial x}\right)^2+\left(\dfrac{\partial z}{\partial x}\right)^2}{2\left(1-\dfrac{x}{z}\dfrac{\partial z}{\partial x}-\dfrac{y}{z}\dfrac{\partial z}{\partial y}\right)}} \end{cases}} \qquad [7]$$

Estas fórmulas establecen la correspondencia buscada entre los puntos X, Y del plano Σ_2 y los puntos, x, y, z que desde la superficie Σ_1: $z = z\,(x, y)$ reflejan sobre este plano Σ_2 (en los puntos X, Y) la imagen de la fuente S situada en el origen de coordenadas. En otras palabras: los puntos $S' \equiv (X, Y)$ del plano coordenado Σ_2 son todos imágenes del punto de origen $S \equiv (0, 0, 0)$ de este plano, fuente sonora o electromagnética, reflejadas por la superficie continua $z = z\,(x, y)$. Cada punto $P \equiv (x, y, z)$ de esta superficie continua corresponde a un punto $S' \equiv (X, Y)$ del plano de las imágenes Σ_2 y la correspondencia entre las coordenadas de P en Σ_1 y de S' en Σ_2 está definida por las [7].

En conclusión, las fórmulas [7] nos suministran en la forma más general, la posibilidad de determinar exactamente la influencia óptica, térmica o acústica de una superficie reflectora cualquiera Σ_1 sobre un plano receptor Σ_2 en el cual está el punto-fuente sonoro o electromagnético.

Esta posibilidad es, sin embargo, una mera posibilidad mientras no se pueda calcular directamente el valor de intensidad reflejada (sonora o electromagnética) que las [7] definen sobre el plano Σ_2.

En la parte siguiente de esta nota calcularé esta intensidad reflejada.

Consideremos (fig. 2) un rayo cualquiera que desde S corta la superficie Σ_1 en $P \equiv (x, y, z)$ y se refleja sobre Σ_2 en $S' \equiv (X, Y)$. Tracemos desde P la normal sobre el plano Σ_2 y desde este punto P' tomemos dos segmentos iguales paralelos a los semiejes positivos x, y $(dx = dy)$: estos segmentos definen un cuadrado de área dx^2 que es la proyección sobre el plano $\Sigma_2\,(x, y) \equiv \Sigma_2\,(X, Y)$ de un área elemental dS_2 sobre la superficie Σ_1.

El valor de esta área elemental dS_2 es,

$$dS_2 = dx^2 \sqrt{1 + \left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial z}{\partial y}\right)^2} \qquad [8]$$

Por cada uno de los cuatro vértices de esta área elemental dS_2 pasa un rayo emitido por S y desde cada uno de estos cuatro vértices salen reflejados los mismos rayos, que cortan después al plano Σ_2: sobre este plano Σ_2, el elemento cuadrilátero dS_2 se refleja por lo tanto en otro elemento de área dS_3 (fig. 2). Uno de los vértices en Σ_2 es el punto S', imagen de S (por P) y de coordenadas X, Y.

Es muy fácil constatar que las coordenadas de los otros tres vértices del cuadrilátero dS_3 (imagen del cuadrilátero dS_2 sobre la superficie Σ_1) valen (siendo $dx = dy$):

$$\begin{aligned} S'\,S_1'' &= \frac{\partial X}{\partial x}\,dx\,, \\ S_1'S_1'' &= \frac{\partial Y}{\partial x}\,dx\,, \\ S'\,S_2'' &= \frac{\partial Y}{\partial y}\,dx\,, \\ S_2'S_2'' &= \frac{\partial X}{\partial y}\,dx\,, \\ S'\,S_3'' &= \left(\frac{\partial X}{\partial x} + \frac{\partial X}{\partial y}\right)dx\,, \\ S_3'S_3'' &= \left(\frac{\partial Y}{\partial x} + \frac{\partial Y}{\partial y}\right)dx\,. \end{aligned} \qquad [9]$$

Resulta entonces el valor del área dS_3:

$$dS_3 = \left(\frac{\partial X}{\partial x}\,\frac{\partial Y}{\partial y} - \frac{\partial X}{\partial y}\,\frac{\partial Y}{\partial x}\right) dx^2. \qquad [10]$$

Si es $2\,\theta$ el ángulo $\widehat{SPS'}$, el valor del área elemental dS_1, proyección del área $dS_2 = dx^2 \sqrt{1 + \left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial z}{\partial y}\right)^2}$ sobre una esfera Σ_3 que pasa por P con centro en S (y radio $r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$) es:

$$dS_1 = \cos\theta \sqrt{1 + \left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial z}{\partial y}\right)^2}\,.\,dx^2, \qquad [11]$$

y fácilmente se calcula, considerando el triángulo SPN:

$$\text{ccs}\,\theta = \frac{z\left(1 - \frac{x}{z}\,\frac{\partial z}{\partial x} - \frac{y}{z}\,\frac{\partial z}{\partial y}\right)}{\sqrt{(x^2 + y^2 + z^2)\left[1 + \left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial z}{\partial y}\right)^2\right]}}. \qquad [12]$$

Por lo tanto:

$$dS_1 = \frac{z - x\frac{\partial z}{\partial x} - y\frac{\partial z}{\partial x}}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}}\,dx^2. \qquad [13]$$

Ahora bien, si la fuente S emite su energía uniformemente distribuída sobre superficies esféricas concéntricas y si es Q la cantidad total de energía emitida en la unidad de tiempo, entonces sobre una esfera de radio r_0 la intensidad energética será:

$$i_0 = \frac{Q}{4\,\pi\,r_0^2}. \qquad [14]$$

Resulta enseguida que la intensidad energética sobre la esfera Σ_3 antes considerada (que pasa por P) vale:

$$i_3 = \frac{Q}{4\,\pi\,(x^2 + y^2 + z^2)} = \frac{i_0\,r_0^2}{x^2 + y^2 + z^2}; \qquad [15]]$$

y la cantidad de energía que se encuentra sobre la superficie elemental (sobre esta esfera) es:

$$dq_1 = i_3\,dS_1 \qquad [16$$

Sustituyendo los valores [13] y [15] en la [16] calculamos esta cantidad de energía:

$$dq_1 = i_0 r_0^2 \frac{z - x\frac{\partial z}{\partial x} - y\frac{\partial z}{\partial y}}{(x^2 + y^2 + z^2)^{3/2}} dx^2. \qquad [17]$$

Ahora bien, esta es también la cantidad de energía que incide sobre el elemento dS_2 de la superficie Σ_1. Si es φ el coeficiente de reflexión (óptica, térmica o acústica) de la superficie reflectora Σ_1, la cantidad de energía que saldrá reflejada de dS_2 será entonces:

$$dq_2 = \varphi\, i_0 r_0^2 \frac{z - x\frac{\partial z}{\partial x} - y\frac{\partial z}{\partial y}}{(x^2 + y^2 + z^2)^{3/2}} dx^2. \qquad [18]$$

Esta cantidad de energía se distribuirá sobre la superficie elemental dS_3 y resulta que la intensidad reflejada por la superficie Σ_1 en el punto S' del plano Σ_2 es:

$$i = \frac{dq_2}{dS_3}. \qquad [19]$$

Sustituyendo los valores [10] y [18] en la [19] se calcula, en conclusión, el valor de la intensidad reflejada en S' por Σ_1:

$$\frac{i}{i_0} = \frac{\varphi r_0^2\left(z - x\frac{\partial z}{\partial x} - y\frac{\partial z}{\partial y}\right)}{\left(\frac{\partial X}{\partial x}\frac{\partial Y}{\partial y} - \frac{\partial X}{\partial y}\frac{\partial Y}{\partial x}\right)(x^2 + y^2 + z^2)^{3/2}} \qquad [20]$$

Como es: $z = z(x, y)$ y, según las [7], $X = X(x, y)$; $Y = Y(x, y)$ (todas funciones conocidas) resulta (por la [20]) $\frac{i}{i_0} = \frac{i}{i_0}(x, y)$ o, también, $\frac{i}{i_0} = \frac{i}{i_0}(X, Y)$.

Las tres relaciones [7] y [20], resuelven, pues, en forma explícita y general el problema de determinar la intensidad (óptica, térmica o acústica) reflejada sobre un plano Σ_2 por una superficie lisa (continua) Σ_1 cualquiera.

APLICACIONES

Queremos estudiar, p. ej., la acústica de un elipsoide definido por la ecuación:

$$\alpha x^2 + \beta y^2 + \gamma z^2 = 1, \qquad [21]$$

y determinar la intensidad sonora reflejada por esta superficie sobre el plano principal $z = 0$, suponiendo que la fuente sonora está en el origen $S \equiv (0,0,0)$. Resulta enseguida:

$$\frac{\partial z}{\partial x} = -\frac{\alpha x}{\gamma z} \qquad \frac{\partial z}{\partial y} = -\frac{\beta y}{\gamma z}, \qquad [22]$$

$$\begin{cases} X = \dfrac{2\gamma_1 x}{\gamma + \alpha\gamma_1 x^2 + \beta\gamma_2 y^2}, \\ Y = \dfrac{2\gamma_2 y}{\gamma + \alpha\gamma_1 x^2 + \beta\gamma_2 y^2}, \end{cases} \qquad [23]$$

siendo

$$\gamma_1 = \gamma - \alpha \quad , \quad \gamma_2 = \gamma - \beta. \qquad [24]$$

Se verifica, además, la relación

$$\frac{\partial X}{\partial x}\frac{\partial Y}{\partial y} - \frac{\partial X}{\partial y}\frac{\partial Y}{\partial x} = 4\gamma_1\gamma_2 \frac{\gamma^2 - (\alpha\gamma_1 x^2 + \beta\gamma_2 y^2)^2}{[\gamma + \alpha\gamma_1 x^2 + \beta\gamma_2 y^2]^4} \qquad [25]$$

Combinando las [23] con la [25], y poniendo por brevedad

$$\xi = \frac{\gamma}{\gamma_1}\frac{X}{x} \qquad [26]$$

tenemos el valor:

$$\frac{\partial X}{\partial x}\frac{\partial Y}{\partial y} - \frac{\partial X}{\partial y}\frac{\partial Y}{\partial x} = \frac{\gamma_1\gamma_2}{\gamma^2}\xi^2(\xi - 1). \qquad [27]$$

Se verifica también la relación

$$z - x\frac{\partial z}{\partial x} - y\frac{\partial z}{\partial y} = \frac{1}{\gamma z}. \qquad [28]$$

Por otra parte, en virtud de la [26] y las [23], poniendo por brevedad:

$$\zeta = \frac{\gamma_1}{\gamma_2} \frac{Y}{X} = \frac{y}{x} \qquad [29]$$

$$A_1 = \frac{\gamma}{\gamma_2} \frac{\frac{\alpha}{\beta} + \zeta^2}{\frac{\alpha\gamma_1}{\beta\gamma_2} + \zeta^2} \qquad [30]$$

resulta de [28]

$$\frac{1}{z\gamma} = \gamma^{-1/2} [\xi (A_1 + 1) - 2 A_1]^{-1/2} \xi^{1/2}. \qquad [31]$$

Análogamente, el valor de $(x^2 + y^2 + z^2)^{3/2}$ en función de los parámetros elegidos es:

$$(x^2 + y^2 + z^2)^{3/2} = \gamma^{-3/2} [\xi (1 - A_2) + 2 A_2]^{3/2} \xi^{-3/2}, \qquad [32]$$

habiendo puesto

$$A_2 = \frac{\gamma}{\beta} \frac{\frac{\gamma_1}{\gamma_2} + \zeta^2}{\frac{\alpha\gamma_1}{\beta\gamma_2} + \zeta^2} \qquad [33]$$

Sustituyendo los valores [27], [31] y [32] en la fórmula general [20] se obtiene enseguida:

$$\frac{i}{i_0} = \frac{\varphi \frac{\gamma^3 r_0^2}{\gamma_1 \gamma_2}}{(\xi - 1) [\xi (1 + A_1) - 2 A_1]^{1/2} [\xi (1 - A_2) + 2 A_2]^{3/2}} \qquad [34]$$

que es la intensidad reflejada por el elipsoide sobre el plano Σ_2.

Poniendo luego

$$\rho_{XY} = \sqrt{X^2 + Y^2} \qquad [35]$$

teniendo en cuenta las [23] y la [26], y escribiendo

$$A_0 = \sqrt{\frac{\gamma_2}{\beta\gamma} \frac{\left(\frac{\gamma_1}{\gamma_2}\right)^2 + \zeta^2}{\frac{\alpha\gamma_1}{\beta\gamma_2} + \zeta^2}} \qquad [36]$$

se calcula el valor de ρ_{XY} (distancia del punto XY sobre el plano Σ_2 de la fuente S (origen)):

$$\rho_{XY} = A_0 \sqrt{\xi (2 - \xi)} \qquad [37]$$

Las ocho fórmulas [24], [26], [29], [30], [33], [34], [36] y [37] resuelven el problema general de la acústica de un elipsoide cualquiera.

En efecto, conocidos los valores α, β, γ que definen el elipsoide, calculados con las [24] los valores γ_1 y γ_2 se establece una serie de parámetros ζ variables entre 0 y ∞. Cada uno de estos parámetros ζ_0 define, por la [29] un radio del elipsoide sobre el plazo $z = 0$ y define, además, los coeficientes A_0, A_1 y A_2 [36], [30] y [33].

Se establece, luego, para cada ζ_0 una serie de parámetros ξ, variables entre los límites:

$$\frac{2 A_1}{1 + A_1} \leq \xi \leq 2 \qquad [38]$$

$\left(\text{siendo siempre } \frac{2 A_2}{A_2 - 1} > 2\right)$.

y se calcula, con estos valores de ξ (y para cada parámetro ζ_0) según las [34] y [37] los valores de $\frac{i}{i_0}$ y de ρ_{XY}, siendo ya conocido el valor $\frac{Y}{X} = \frac{\gamma_2}{\gamma_1} \zeta_0$.

Se determina fácilmente, en esta forma, para cada punto XY del plano Σ_2 (definido por las [29] y [37]) el valor de la intensidad relativa $\frac{i}{i_0}$ reflejada sobre Σ_2 por el elipsoide considerado.

Los puntos de igual intensidad sobre el plano XY determinan las curvas isofónicas (o isofotónicas o isotérmicas) inducidas en el plano $z = 0$ por elipsoide Σ_1.

Por $\xi = \frac{2 A_1}{1 + A_1}$ resulta $\frac{i}{i_0} = \infty$ y al variar de ζ se determina la « isofónica cáustica » que es la línea según la cual el plano $z = 0$ es tangente a la superficie cáustica del elipsoide considerado.

La ecuación polar de la isofónica cáustica del elipsoide está determinada por las relaciones

$$\rho_{XY} = \frac{2 A_0 \sqrt{A_1}}{1 + A_1} \qquad \frac{Y}{X} = \frac{\gamma_2}{\gamma_1} \zeta \qquad [39]$$

II) Si es $\alpha = \beta$, el elipsoide se transforma en un elipsoide de rotación y las isofónicas se transforman en circunferencias. En efecto, en este caso, según las [24] es también $\gamma_1 = \gamma_2$ y resulta:

$$\zeta = \frac{Y}{X} = \frac{y}{x} \qquad A_{10} = \frac{\gamma}{\gamma_1} \qquad A_{20} = \frac{\gamma}{\alpha} \qquad [40]\ [41]\ [42]$$

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{i}{i_0} &= \frac{\varphi \dfrac{\gamma^3}{\gamma_1^2} r_0^2}{(\xi - 1)\,[\xi\,(1 + A_{10}) - 2 A_{10}]^{1/2}\,[\xi\,(1 - A_{20}) + 2 A_{20}]^{3/2}} && [43] \\ \rho_{XY} &= \sqrt{\frac{\gamma_1}{\alpha\gamma}}\,\sqrt{\xi\,(2 - \xi)} && [44] \end{aligned} \right.$$

y, entonces, por ξ = const. es ρ_{XY} = const. (circunferencia) y $\dfrac{i}{i_0}$ = const. (isofónica).

La isofónica cáustica, en este caso, es una circunferencia de radio

$$\rho_{XY} = \frac{\gamma - \alpha}{\gamma - \dfrac{\alpha}{2}} \sqrt{\frac{1}{\alpha}}, \qquad [45]$$

y es la isofónica de radio máximo. Es fácil comprobar que las relaciones [39] y [45] definen en el plano $z = 0$ isofónicas cáusticas internas al elipsoide y, como todas las otras isofónicas son interiores a las cáusticas, existe en el plano XY entre la isofónica cáustica y el elipsoide una « faja de silencio » a la cual no llega algún rayo reflejado.

III) Si es $\alpha = \beta = \gamma$ el elipsoide se transforma en una esfera y es:

$$\zeta = \frac{Y}{X} = \frac{y}{x} \quad A_{10} = \infty, \; A_{20} = 1, \quad \rho_{XY} = 0, \quad \frac{i}{i_0} = \infty;$$

quiere decir que todas las isofónicas se transformarán en un « punto cáustico » (origen y centro de la esfera) al cual vuelven todos los rayos reflejados. La faja del silencio ocupa, entonces, todos los otros puntos del plano XY.

IV) Si es $\alpha = \beta = 0$ $\gamma = \gamma_1 = \gamma_2$ el elipsoide se transforma en dos planos paralelos al plano Σ_2 a distancia $z = \pm c$ de éste. En este caso resulta, por las [23] y [26]:

$$X = 2x \quad Y = 2y \quad \xi = 2$$

y las [27] y [28] dan los valores

$$\left\{\begin{array}{l} \dfrac{\partial X}{\partial x}\dfrac{\partial Y}{\partial y} - \dfrac{\partial X}{\partial y}\dfrac{\partial Y}{\partial x} = +4, \\ z - x\dfrac{\partial z}{\partial x} - y\dfrac{\partial z}{\partial y} = C, \\ x^2 + y^2 + z^2 = C^2 + \dfrac{X^2 + Y^2}{4}. \end{array}\right. \qquad [46]$$

Resultando de la [20]:

$$\frac{i}{i_0} = \frac{2\varphi r_0^2 c}{(4c^2 + X^2 + Y^2)^{3/2}}. \qquad [47]$$

Las isofónicas son las circunferencias

$$\rho_{XY} = \sqrt{\left(\frac{2\varphi r_0^2 c\, i_0}{i}\right)^{2/3} - 4c^2}. \qquad [48]$$

Falta la isofónica cáustica y la « faja de silencio » y hay un máximo de intensidad por $\rho_{XY} = 0$ (origen) que tiene el valor:

$$i_{mx} = \varphi \frac{i_0 r_0^2}{4c^2}. \qquad [49]$$

V) Es muy fácil comprobar que si la superficie Σ_1 es un plano cualquiera:

$$z = ax + by + c, \qquad [50]$$

resulta:

$$\frac{\partial X}{\partial x}\frac{\partial Y}{\partial y} - \frac{\partial X}{\partial y}\frac{\partial Y}{\partial x} = 4\omega\left(1 + a\frac{X}{2c} + b\frac{Y}{2c}\right), \qquad [51]$$

$$z - x\frac{\partial z}{\partial x} - y\frac{\partial z}{\partial y} = c; \qquad [52]$$

y:

$$x^2 + y^2 + z^2 = \frac{X^2 + Y^2 + \frac{4\,ac}{\omega} X + \frac{4\,bc}{\omega} Y + \frac{4\,c^2}{\omega}}{4\left(1 + a\frac{X}{2\,c} + b\frac{Y}{2\,c}\right)^2} \qquad [53]$$

Poniendo por brevedad

$$\omega = 1 + a^2 + b^2 \qquad [54]$$

La intensidad reflejada sobre el plano $z = 0$ es entonces:

$$\frac{i}{i_0} = \frac{2\frac{\varphi\, r_0^2\, c}{\omega}}{\left(X^2 + Y^2 + \frac{4\,ac}{\omega} X + \frac{4\,bc}{\omega} Y + \frac{4\,c^2}{\omega}\right)^{3/2}} \qquad [55]$$

y la ecuación de las isofónicas es:

$$X^2 + Y^2 + \frac{4\,ac}{\omega} X + \frac{4\,bc}{\omega} Y + \left[\frac{4\,c^2}{\omega} - \left(\frac{2\,\varphi\, c r_0^2 i_0}{\omega i}\right)^{2/3}\right] = 0 \qquad [56]$$

Se trata, como es evidente, de circunferencias concéntricas de centro

$$X_c = -\frac{2\,ac}{\omega}, \quad Y_c = -\frac{2\,bc}{\omega}. \qquad [57]$$

y de radio :

$$\rho_{XY} = \sqrt{\left(\frac{2\,\varphi\, c\, r_0^2\, i_0}{\omega i}\right)^{2/3} - \frac{4\,c^2}{\omega^2}} \qquad [58]$$

Falta siempre la isofónica cáustica y la « faja de silencio » y la intensidad máxima (por $\rho_{XY} = 0$) vale (en el centro: $X = -\frac{2\,ac}{\omega}$; $Y = -\frac{2\,bc}{\omega}$)

$$i_{mx} = \omega^2 \frac{\varphi\, r_0^2\, i_0}{4\,c^2} \qquad [59]$$

Para $a = b = 0$ (y, entonces, $\omega = 1$), las fórmulas generales [55] - [59] se reducen naturalmente a las [47] - [49], calculadas en el caso de degeneración del elipsoide.

EJEMPLOS NUMERICOS

a) Elipsoide definido por:

$$\frac{x^2}{5} + \frac{y^2}{2} + z^2 = 1 \qquad [21']$$

$$\alpha = 0,2 \quad \beta = 0,5 \quad \gamma = 1$$

$$\gamma_1 = 0,8 \quad \gamma_2 = 0,5 \qquad [24']$$

$$A_1 = 2,0 \frac{0,40 + \xi^2}{0,64 + \zeta^2} \quad [30'] \qquad A_2 = 2,0 \frac{1,60 + \zeta^2}{0,64 + \zeta^2} \quad [33']$$

$$A_0 = \sqrt{\frac{2,57 + \zeta^2}{0,64 + \zeta^2}} \quad [36']$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} \dfrac{i}{i_0} = \dfrac{2,5\, \varphi\, r_0^2}{(\xi - 1)\sqrt{[\xi(1 + A_1) - 2A_1][\xi(1 - A_2) + 2A_2]^{3/2}}} & [34'] \\ \rho_{XY} = A_0 \sqrt{\xi(2 - \xi)} & [37'] \\ \zeta = 1,6 \dfrac{Y}{X} & \end{array} \right.$$

Hemos calculado los valores de $A_1\, A_2\, A_0$ y $\frac{Y}{X}$ para los cinco valores de $\zeta^2 = 0;\ 0,4375;\ 2,57;\ 14,9;\ \infty$ que definen según la [29′] los valores de $\omega = \text{artg}\frac{Y}{X} = 0°;\ 22°\,30';\ 45°;\ 67°\,30';\ 90°$, siendo, respectivamente:

$$A_1 = 1,25;\ 1,54;\ 1,85;\ \ 1,97;\ 2,00$$

$$A_2 = 5,00;\ 3,75;\ 2,60;\ \ 2,12;\ 2,00$$

$$A_0 = 2,00;\ 1,67;\ 1,265;\ 1,06;\ 1,00$$

Para cada uno de estos cinco casos hemos hecho variar el parámetro ξ desde 1.11; 1.21; 1.30; 1.325; 1.333, respectivamente, hasta 2, con los valores 1.2; 1.3; 1.4; 1.5; 1.6; 1.7; 1.8; 1.9; 2.00, calculando por estos valores ρ_{XY} y $\frac{i}{i_0}$.

Resultaron las curvas a (línea llena) de la fig. 3 $\left(\frac{i}{i_0}\right.$ en función de $\left.\rho_{XY}\right)$.

b) Hemos considerado, después, los dos elipsoides de rotación definidos por ecuaciones:

1) $\dfrac{x^2 + y^2}{5} + z^2 = 1 \qquad \begin{matrix} \alpha = \beta = 0{,}2 \\ \gamma_1 = \gamma_2 = 0{,}8 \end{matrix} \quad \gamma = 1$

2) $\dfrac{x^2 + y^2}{2} + z^2 = 1 \qquad \begin{matrix} \alpha = \beta = 0{,}5 \\ \gamma_1 = \gamma_2 = 0{,}5 \end{matrix} \quad \gamma = 1$

En forma perfectamente análoga hemos calculado las dos curvas b_1 y b_2 de la fig. 3 (punteadas). $\left(\dfrac{i}{i_0} = \dfrac{i}{i_0}(\rho_{XY})\right)$.

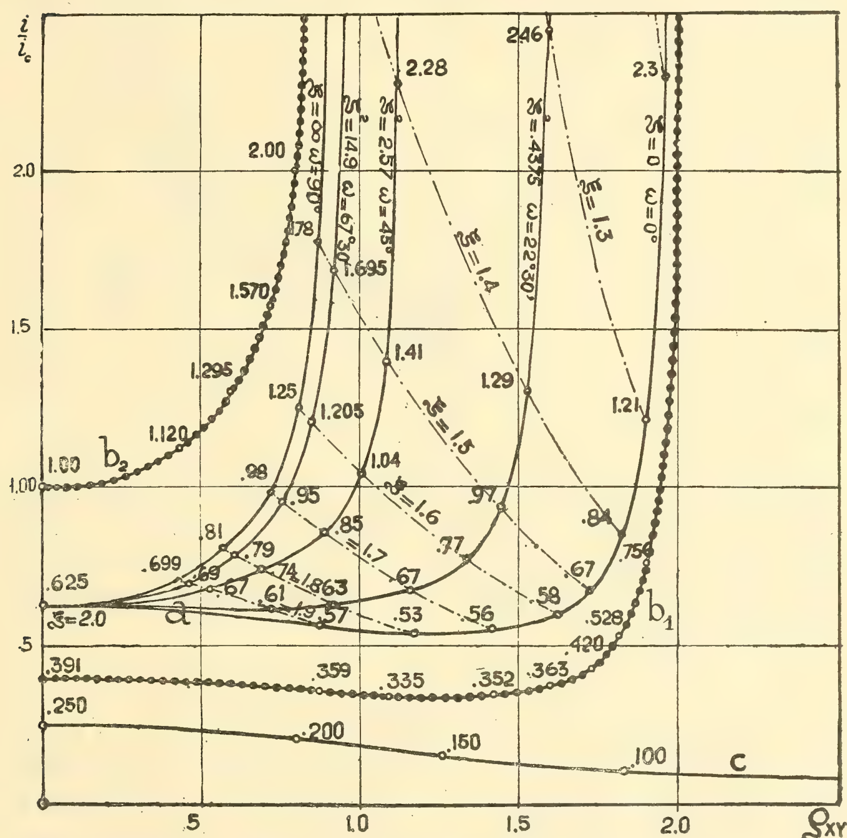


Fig. 3.

c) Empleando, después la [48] (plano reflector $z = c$ con $c = 1$ se calculó la curva *c*) siempre de fig. 3.

Todas las intensidades reflejadas se calcularon para un coeficiente de reflexión $\varphi = 1$ y para un radio de referencia $r_0 = 1$.

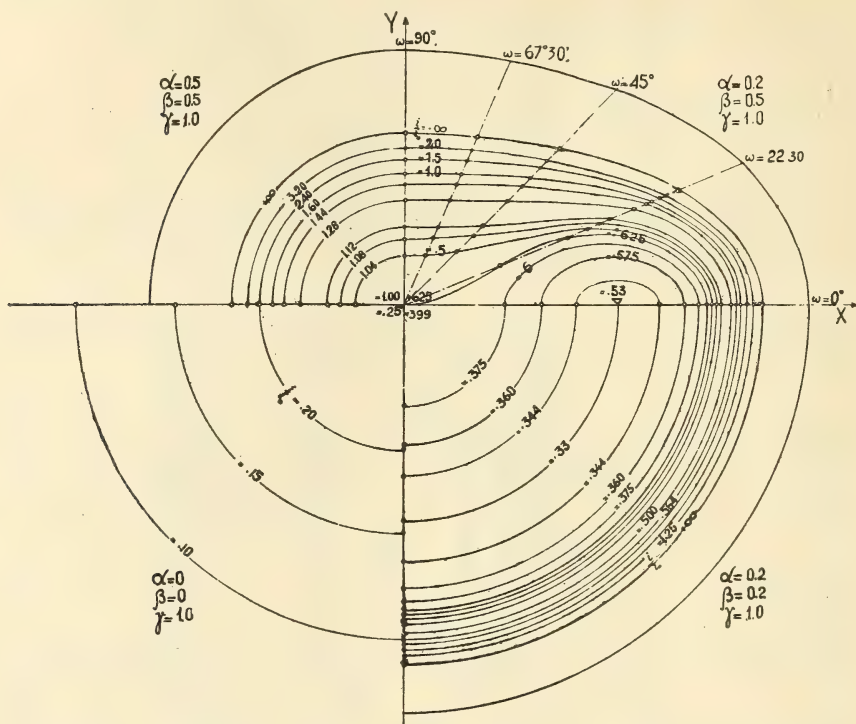


Fig. 4.

En la fig. 4, en fin, están dibujadas las isofónicas en los cuatro casos del elipsoide *a*), de los dos elipsoides de rotación b_1 y b_2 y del plano *c*). Es evidente la faja de silencio entre los tres elipsoides y las tres isofónicas cáusticas que resultan respectivamente sobre el plano Σ_2.

CONCLUSION

Los resultados expuestos demuestran que, fijada una superficie reflectora continua cualquiera Σ_1, un plano Σ_2 y una fuente de energía sonora o electromagnética S, es posible determinar sobre el plano Σ_1 las curvas isofónicas, isofotónicas (o isotérmicas) que la superficie Σ_1 origina sobre Σ_2. En particular es posible determinar las isofónicas o isofotónicas cáusticas, curvas que definen

la tangencia o la intersección de las superficies cáusticas de la superficie Σ_1, sobre el plano Σ_2. Asimismo se determinan exactamente las «fajas de silencio» (o de oscuridad) sobre el mismo plano Σ_2 y, en conclusión, se define en forma matemática todo el fenómeno acústico, óptico o térmico inducido sobre Σ_2 por la superficie Σ_1. Después de lo dicho en la Introducción es evidente la gran importancia práctica de los resultados generales obtenidos.

Buenos Aires, Agosto, 1952.

EL ORIGEN DEL OXÍGENO DE LA ATMÓSFERA Y SU COMPOSICIÓN ISOTÓPICA

POR

MALCOM DOLE

Catedrático de Físico-Química

North Western Universidad. - Evanston, Illinois, EE. UU.

(*Conclusión* *)

V. Teoría termodinámica sobre la separación de los isótopos. — Ahora deseo discutir muy brevemente la teoría termodinámica sobre la separación de los isótopos, en otras palabras la separación de los isótopos cuando existen las condiciones del equilibrio, como en la reacción (1). Tenemos que dilucidar si la constante del equilibrio es igual a la unidad o no es igual. Desde el punto de vista de la teoría clásica de la físicoquímica, la constante del equilibrio sería igual a la unidad, porque no hay razones para pensar que los isótopos del oxígeno, como O^{17} y O^{18}, tendrían diferentes propiedades químicas. Pero desde el punto de vista de la estadística termodinámica es posible una constante del equilibrio mayor o menor que la unidad.

Sean K la constante del equilibrio, F la energía libre, R la constante molar de los gases y T la temperatura, entonces:

$$\Delta F^{\circ} = - RT \ln K \qquad [3]$$

donde ΔF° significa el incremento en la energía libre de la reacción cuando todos los compuestos están en el estado standard. Para un gas perfecto

$$F^{\circ} = - RT \ln \frac{Q^{\circ}}{N} \qquad [4]$$

donde Q° es la función de partición y N el número de Avogadro. La ecuación [4] es un resultado muy importante de la teoría de

* Ver Entrega anterior.

la estadística mecánica, pero en esta charla no es posible justificar esta ecuación. De las ecuaciones [3] y [4] se deduce que, en general:

$$K = \frac{\left(\frac{Q^\circ_C}{N}\right)^c \cdot \left(\frac{Q^\circ_D}{N}\right)^d}{\left(\frac{Q^\circ_A}{N}\right)^a \cdot \left(\frac{Q^\circ_B}{N}\right)^b} \qquad [5]$$

para el equilibrio



$$aA + bB \longrightarrow cD + dD \qquad [6]$$

Pero, en el caso de los equilibrios del intercambio de los isótopos, como en ecuación [1], la ecuación [5] se simplifica a

$$K = \left(\frac{Q^\circ_{A,2}}{Q^\circ_{A,1}}\right)^a \cdot \left(\frac{Q^\circ_{B,1}}{Q^\circ_{B,2}}\right)^b \qquad [7]$$

En general, para moléculas de dos átomos que se diferencian solamente en su composición isotópica como O_2^{16} y O_2^{18}

$$\frac{Q^\circ_2}{Q^\circ_1} = \frac{\sigma_1}{\sigma_2} \cdot \frac{I_2}{I_1} \cdot \left(\frac{M_2}{M_1}\right)^{\frac{3}{2}} \frac{e^{-U_2/2}}{1 - e^{-U_2}} \cdot \frac{1 - e^{-U_1}}{e^{-U_1/2}} \qquad [8]$$

donde

σ = el número de simetría
I = el momento de inercia
M = el peso molecular
$U = hc\omega/RT$
c = velocidad de la luz
h = la constante de Planck
ω = la frecuencia de vibración en unidades de los números de ondas.
R = la constante de Boltzmann
$= \frac{R}{N}$
T = temperturaa en °K

Para moléculas de más de dos átomos, como H_2O^{16} y H_2O^{18}

$$\frac{Q_2^\circ}{Q_1^\circ} = \frac{\sigma_1}{\sigma_2} \left(\frac{A_2 B_2 C_2}{A_1 B_1 C_1}\right)^{\frac{1}{2}} \left(\frac{M_2}{M_1}\right)^{\frac{3}{2}} \cdot \pi_i \frac{e^{-U_2 i/2}}{1 - e^{-U_2 i}} \cdot \frac{1 - e^{-U_2 i}}{e^{-U_1 1/2}} \qquad [6]$$

donde A, B, C significan los tres momentos de inercia.

Según Urey (10), es posible simplificar estas ecuaciones; por ejemplo:

$$\ln \frac{Q_2}{Q_1} = \ln \frac{\sigma_1}{\sigma_2} + \sum_i \ln \frac{U_{2i}}{U_{1i}} + \sum \coth x_i \, . \, \delta_i \qquad [7]$$

donde

$$x_i = \frac{U_{1i} + U_{2i}}{4} \qquad [8]$$

$$\delta_i = \frac{U_{1i} - U_{2i}}{2} \qquad [9]$$

En ecuación [7] Q_2 y Q_1 no son los mismos que Q_2° y Q_1°, pero los liga una relación. En algunos casos es importante obtener que la constante de los equilibrios del intercambio de isótopos se pueda calcular mediante el solo conocimiento de las frecuencias de vibración, porque también

$$K = \left(\frac{Q_{A,2}}{Q_{A,1}}\right)^a \cdot \left(\frac{Q_{B,1}}{Q_{B,2}}\right)^b \qquad [10]$$

Para las moléculas de dos átomos,

$$\omega_2 = \omega_1 \sqrt{\frac{M_1}{M_2}} \qquad [11]$$

pero en el caso de las moléculas de muchos átomos, se necesita una relación mucho más complicada que [11] y diferente para varios compuestos. En la tabla IX se ilustran algunas frecuencias de vibración recogidas por Urey (10).

TABLA IX

Molécula	ω_1	ω_2	ω_3
H_2O^{16}	3825,32	1653,91	3935,59
H_2O^{18}	3815,5	1647,8	3919,4
CO_2^{16}	1351,20	672,20 (2)	2396,40
CO_2^{18}	1273,92	661,94 (2)	2359,81
O_2^{16}	1580,4		
O_2^{18}	1490,0		

Mediante las frecuencias de vibración de tabla IX, es posible calcular las constantes de los equilibrios del intercambio de isótopos de tabla X.

TABLA X. — *Algunas constantes de equilibrio para reacciones del intercambio de los isótopos de oxígeno*

Reacción			$K_{0°C}$
$2\ H_2O^{18}\ (g) + O_2^{16}\ (g)$	$\rightleftarrows$	$2\ H_2O^{16}\ (g) + O_2^{18}\ (g)$	1,017
$2\ H_2O^{18}\ (l) + O_2^{16}\ (g)$	$\rightleftarrows$	$2\ H_2O^{16}\ (l) + O_2^{18}\ (g)$	1,006
$2\ H_2O^{18}\ (g) + CO_2^{16}\ (g)$	$\rightleftarrows$	$2\ H_2O^{16}\ (g) + CO_2^{18}\ (g)$	1,055
$2\ H_2O^{18}\ (l) + CO_2^{16}\ (g)$	$\rightleftarrows$	$2\ H_2O^{16}\ (l) + CO_2^{18}\ (g)$	1,044
$^1/_3\ CaCO_3^{16} + H_2O^{18}\ (l)$	$\rightleftarrows$	$^1/_3\ CaCO_3^{18} + H_2O^{16}\ (l)$	1,025

Los resultados experimentales han confirmado los valores de K de tabla X.

Noten, por favor, que en cada reacción la constante es mayor que la unidad, y podemos llegar a la conclusión que en los equilibrios del intercambio de los isótopos, el isótopo más pesado siempre se concentra en la molécula de peso más grande.

Dole y Jenks estudiaron la fotosíntesis del oxígeno, pero hicieron pasar anhidrido carbónico mezclado con nitrógeno, primero por agua para establecer el equilibrio isotópico, y luego por el vaso de la fotosíntesis, en lugar de usar carbonatos, hallando que el oxígeno liberado tenía la concentración del oxígeno 18 calculado para equilibrio, utilizando las ecuaciones de la estadística termodinámica. Como consecuencia del proceso de la fotosíntesis y del equilibrio isotópico, los isótopos del oxígeno de la atmósfera estarían en equilibrio con los isótopos del oxígeno del agua, pero no es éste el caso. Como ya hemos mencionado, descubrimos (8) que la proporción del oxígeno pesado en el aire, es 1.030 veces superior a la proporción del oxígeno pesado que hay en el agua del Lago Michigan de Chicago, ó 1.025 veces superior a la proporción del oxígeno dieciocho en el agua del Océano Atlántico.

El valor calculado para el equilibrio de los isótopos es 1.006.

Esta discrepancia constituye un problema importante de naturaleza que conviene resolver. En efecto, este hecho significa que en alguna parte de la superficie de la tierra, en la atmósfera, o los

océanos, hay procesos o reacciones que aumentan la proporción del oxígeno 18 en el oxígeno atmosférico.

Debe observarse que no se conoce ningún mecanismo por medio del cual el oxígeno pueda intercambiar sus isótopos con el agua, a una temperatura ordinaria. Tampoco se conocen catalizadores que puedan producir este intercambio. Esto explica por qué el oxígeno puede existir durante miles de años en contacto con el agua, sin dar lugar a un apreciable intercambio de isótopos.

VI. El peso atómico del oxígeno. — La diferencia en la composición isotópica significa que existe también una diferencia en el peso atómico del oxígeno, en el agua y en el oxígeno atmosférico. Por ejemplo, suponiendo que el peso atómico del oxígeno en el agua del Océano Atlántico sea 16,00000, exactamente, el peso atómico del oxígeno atmosférico sería 16.00012 y el del oxígeno de las rocas de carbonatos, 16.00015; evidentemente el peso atómico del oxígeno no es 16.00000 exactamente, y no tiene un significado preciso a menos que se especifique de dónde proviene el oxígeno.

Creemos que el aumento de O^{18} atmosférico puede producirse en las regiones altas de la atmósfera, en la estratosfera, porque mediante la radiación ultravioleta del sol, las moléculas de oxígeno, anhidrido carbónico y agua se disocian. Esto hace posible el intercambio de los isótopos de oxígeno a temperaturas normales. Estamos recogiendo ahora muestras del aire a diferentes elevaciones en la atmósfera y en diferentes partes del mundo para hacer análisis de isótopos, porque si nuestra hipótesis es correcta, se puede esperar que la relación O^{18}/O^{16} en oxígeno de la estratosfera sea mayor que la del oxígeno de la superficie de la tierra, pues este oxígeno se diluye continuamente con mezclas de oxígeno de menor O^{18}/O^{16} producidas por la fotosíntesis. Hay también la posibilidad que el oxígeno de la región ártica tenga una proporción de O^{18} superior a la proporción de O^{18} en el aire de la región tropical. En muchos casos la cantidad del oxígeno obtenido será muy poca. Por esa razón, no será posible usar el método de la medida de la densidad del agua. Se necesita un espectrómetro de masas.

VII. El espectrómetro de masas. — Gracias a refinamientos técnicos dedicados a los espectrómetros de masas, como resultado de los estudios dirigidos a la producción de la bomba atómica, la pre-

cisión de este instrumento ha sido aumentada hasta la de la exactitud de la medida de la densidad del agua. El principio nuevo, invención de Nier ([11]), se ilustra en la figura 6. Este principio se basa en medir simultáneamente los iones más pesados, como por ejemplo $(O^{16}O^{18})^+$ y los menos pesados y más abundantes iones, como los $(O^{16}O^{16})^+$.

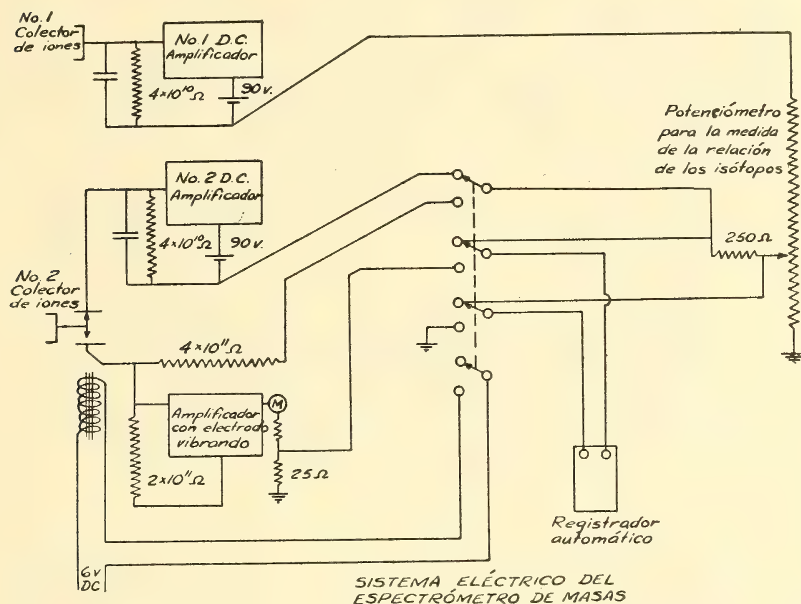


FIG. 6.

Estos dos rayos de iones causan caídas de tensión eléctricas en las resistencias eléctricas de 4×10^{10} ohms. Las dos caídas son eléctricamente opuestas y la diferencia en voltios puede medirse dando directamente la relación entre las cantidades de isótopos en el espectrómetro de masas. Hemos mejorado nuestro instrumento por la introducción de un amplificador eléctrico más estable o amplificador comercial, con un electrodo vibrante. También en nuestro instrumento hay un registrador automático y eléctrico que mide las desviaciones del galvanómetro. El galvanómetro no se ilustra en esta figura.

La figura 7 ilustra el nuevo sistema para la introducción de las muestras gaseosas, según Urey y colaboradores ([12]). El bulbo de

vidrio S_1 contiene la muestra para la medida y otro bulbo, S_2, contiene la muestra standard de oxígeno de un balón comercial. Ambos gases son introducidos individualmente en el pequeño bulbo R a una presión de veinticinco milímetros de mercurio.

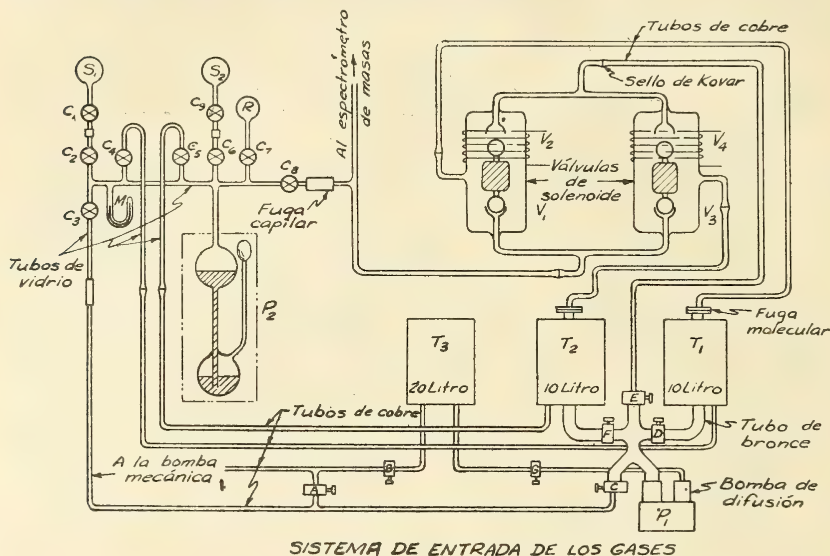
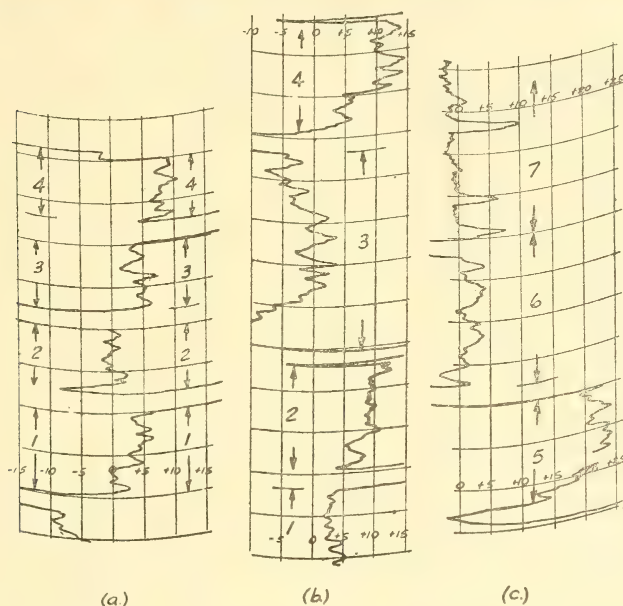


Fig. 7

Entonces el gas es introducido de nuevo desde el bulbo R a un vaso de bronce de capacidad de diez litros donde la presión del gas está cerca de cincuenta micrones. En la parte superior del vaso hay un pequeño hoyo donde la difusión del gas sigue la ley de Graham. Mediante el sistema de las válvulas que se animan por un campo magnético es posible pasar la muestra al espectrómetro de masas o el standard al espectrómetro. De este modo es posible comparar rápidamente (en el término de cinco minutos más o menos) los dos gases. Esta manipulación es muy importante porque los circuitos eléctricos pueden cambiar lentamente (un cambio del cero del galvanómetro). La sensibilidad se aumenta diez veces mediante este método de la manipulación.

Un ejemplo de los resultados obtenidos con este instrumento se ilustra en la figura 8 donde las secciones numeradas uno y siete representan el cero del galvanómetro, las secciones dos y cuatro representan las desviaciones del galvanómetro cuando el gas del vaso

número uno (el standard) está en el espectrómetro de masas y el potenciómetro tiene 0.03965 voltios. Las secciones tres y cinco representan las desviaciones del galvanómetro cuando el gas del vaso de bronce número dos (la muestra) está en el espectrómetro y el potenciómetro tiene 0.03940 y 0.03930 voltios, respectivamente. Es



(a.) (b.) (c.)

Fig. 8.

posible interpolar entre estos valores y determinar relativamente la relación de los isótopos 18 y 16 con una sensibilidad igual a un milésimo o más. Sin estas modificaciones la exactitud relativa del instrumento es de uno en doscientos.

Algunos ejemplos de los resultados se ilustran en la tabla XI.

Tabla XI. — *Composición isotópica del aire de varios orígenes*

Origen	% O^{18}	$\frac{(\% O^{18})}{\% O^{16}}$ Standard
Evanston, Illinois (Standard)	0,2039	1,0000
Sobre el océano Pacífico	,2036	0,9985
Lima, Perú	,2039	1,0000
Santiago, Chile	,2040	1,0005
Concepción, Chile	,2040	1,0005
Oxígeno fotosintético (Kelp y Algae)	,2008	0,9848

Una diferencia de 0.0001 en el tanto por ciento es solamente un poco más que el error experimental, y por consecuencia, no tiene ninguna significación.

VIII. Composición isotópica del aire disuelto en el Océano Pacífico. — Durante el año corriente estudiamos la composición isotópica del oxígeno del aire disuelto en el agua del Océano Pacífico, cerca de California, en profundidades hasta de dos mil sete-

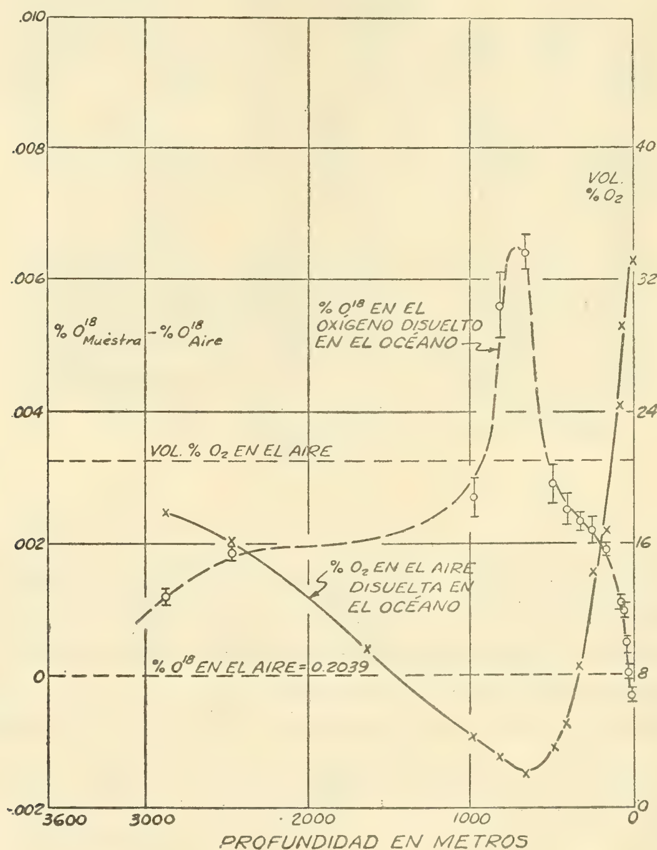


Fig. 9.

cientos metros desde la superficie del mar. Los resultados se ilustran en la figura 9 donde el eje horizontal representa los metros debajo de la superficie del mar en que el aire se recoge. El aire se ha obtenido por la evacuación de las muestras del agua recogidas

a estas profundidades. El lado derecho de dicha figura representa el tanto por ciento del oxígeno en el aire desprendido o liberado del agua. Cerca de la superficie el tanto por ciento del oxígeno es grande a causa de que la fotosíntesis en el agua produce oxígeno hasta llegar a la saturación, 33 % , pero como la luz no penetra en las profundidades ninguna fotisíntesis puede ocurrir. Los pescados,

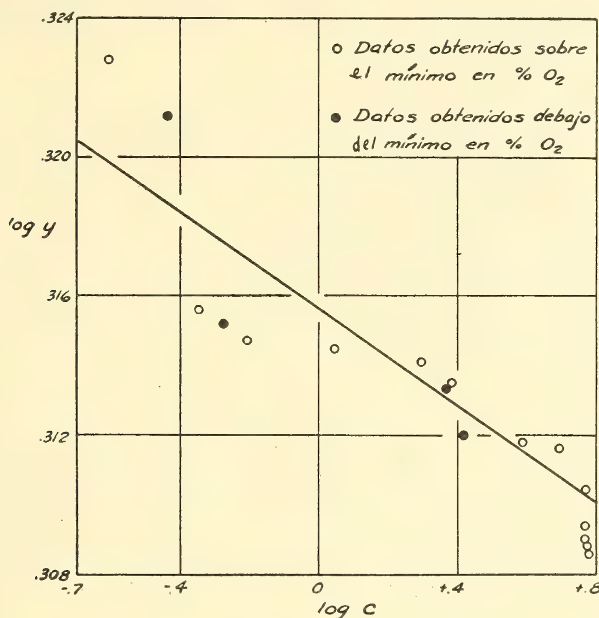


FIG. 10.

bacterias, plankton, etc., etc., consumen el oxígeno y el tanto por ciento disminuye hasta llegar a un dos por ciento. Cuando más profundo se penetra, se observa menos pescados, etc., y siendo ésta la razón por la cual el tanto por ciento del oxígeno aumenta de nuevo. En el lado izquierdo se representa el tanto por ciento del oxígeno dieciocho menos el tanto por ciento contenido en el aire. Estos valores demuestran que el tanto por ciento del oxígeno libre disuelto en el agua y el tanto por ciento del oxígeno dieciocho del aire en el agua son opuestos e inversos. Cuando el oxígeno libre disminuye, la abundancia relativa del oxígeno dieciocho aumenta y viceversa.

Estos hechos significan que hay mecanismos en la naturaleza que pueden fraccionar los isótopos del oxígeno. Además significan que

el fraccionamiento se lleva a cabo en una serie de procesos similares, porque la magnitud de la separación es muy grande para un solo proceso. Probablemente, los pescados, bacterias, plankton, etc., consumen el oxígeno dieciseis más rápidamente que el oxígeno dieciocho, y por lo tanto el tanto por ciento del oxígeno dieciocho aumenta en el aire disuelto en el océano.

Por medio de una teoría del fraccionamiento de los isótopos es posible calcular el factor de fraccionamiento; por ejemplo, sean

x = la profundidad en metros
c = concentración de los átomos de oxígeno a la profundidad x, en g. átomos/litro
V = volumen del agua oceánica
y = fracción de los átomos de oxígeno dieciocho en el aire disuelto en el océano a la profundidad x
y_B = fracción de los átomos de oxígeno dieciocho en el oxígeno consumido por los pescados, bacterias, etc. a la profundidad x
α = factor de fraccionamiento

$$\alpha = \frac{y_B}{y}$$

y sea un volumen de agua oceánica V, a la profundidad x, conteniendo oxígeno a la concentración c, y O^{18} a la concentración y transferido hasta la profundidad $(x + dx)$ donde la concentración de oxígeno es $(c - dc)$ y la abundancia relativa de O^{18} es $(y + dy)$, entonces:

O^{18} en volumen V a la profundidad x es igual a O^{18} en volumen a la profundidad $(x + dx)$ más O^{18} consumido por los pescados, etc., o

$$c \,.\, y \,.\, V = (c - dc)\,(y + dy)\,V + (c + dc - c)\,y_B \,.\, V \qquad [12]$$

o

$$(1 - \alpha)\,\frac{dc}{c} = \frac{dy}{dy} \qquad [13]$$

Por una integración entre c_1 y c_2,

$$(1 - \alpha)\ln\frac{c_1}{c_2} = \ln\frac{y_2}{y_1} \qquad [14]$$

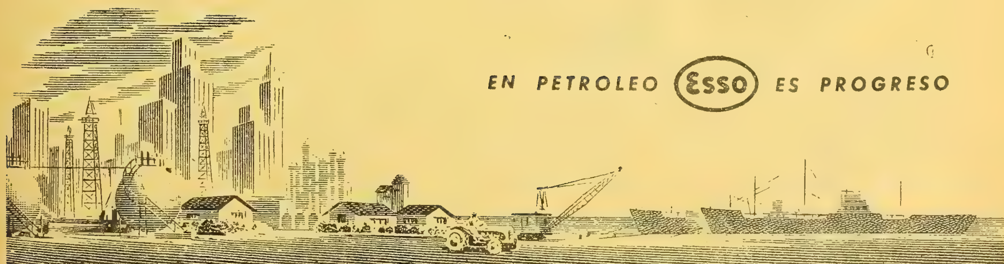
Además, de la variación de log c con log y, es posible calcular $(1 - \alpha)$ y α. Esta ecuación se ilustra en la figura 10 donde el declive de la línea recta es equivalente a α igual a 0.993. Este factor de fraccionamiento es razonable.

REFERENCIAS

(1) ALPHER, R. A.; BETHE, H. A., and GAMOV, G. A. — *Phys. Rev.* 1948, 73, 803. ALPHER, R. A. — *Phys. Rev.* 1948, 74, 1577; *Amer. Scientist* 39, 393 (1951).
(2) HAAR, D. ter. — *Science*, 1948, 107, 409.
(3) OPARIN, A. I. — » The Origin of Lifer ». Mcmillan Co., New York, 1938.
(4) TAMMANN, G. — *Z. phys. Chem.* 110, 17 (1924).
(5) POOLE, J. H. — *J. Proc. Roy. Soc. Dublin*, 22, 345 (1941).
(6) DOLE, M. — *Science* 109, 77 (1949).
(7) GIAUQUE, F. W., and JOHNSTON, H. L.— *J. Am. Chem. Soc.* 51, 1436 (1929).
(8) DOLE, M. — *J. Amer. Chem. Soc.* 57, 2731 (1935); *J. Chem. Phys.* 4, 268 (1936).
(9) RUBEN, S.; RANDALL, M.; KAMEN, M., y HYED, J. L. — *J. Am. Chem. Soc.* 63, 877 (1941).
(10) UREY, H. C. — *J. Chem. Soc.* 1947, 562.
(11) NIER, A. O. — *Rev. Sci. Instruments* 18, 398 (1947).
(12) McKINNEY, C. R.; McCREA, J. M.; EPSTEIN, S.; ALEN, H. A., y UREY, H. C. — *Rev. Sci. Instruments*, 21, 724 (1950).

INDICE GENERAL

DE LAS MATERIAS CONTENIDAS EN EL TOMO CIENTO QUIÑCUAGÉSIMO SEXTO



FrancVal José Franchini Ltda.
CAPITAL $ 1.000.000.- m/n.
CARABELAS 2398 - AVELLANEDA - T. E. 22-4015

ALCOIL A S

NATURALEZA:
"alquil aril sulfonato sódico".
FORMULA QUIMICA:
$C_{18}H_{29}SO_3Na$ (la molécula representada en el dibujo).
REACCION:
neutra.
ANALISIS QUIMICO: (a)

% ingrediente activo	24-26
% sales inorgánicas	< 6
% H20	68-70
Alcalinidad libre (% CO_3Na_2)	< 0.5
% cenizas	<8

DATOS FISICO - QUIMICOS:
tensión superficial (solución 4 ‰): 31.7 dinas/cm.
p25 (b) : 0.5 ‰.
APARIENCIA: (c)
pasta gelatinosa, amarillento clara, soluble en las concentraciones normales de uso.
USO ESPECIFICO:
humectante para la industria textil.
OTROS USOS:
debido a sus propiedades detergente, mojante, penetrante, emulsificante, dispersante, reducción de tensión superficial, puede llenar diferentes necesidades de las industrias textiles, jaboneras, metalúrgicas, papeleras, curtiembres, pinturas, "agua mojada" (lucha contra incendios), insecticidas agrícolas y ganaderos, concentración de minerales por flotación, etc.

a) INGREDIENTE ACTIVO: La suma de: materia grasa total, SO_3 combinado, y Na combinado.
b) p25: ingrediente activo necesario (‰), para hundir la madeja en 25 seg. (ensayo de humectación Draves).
c) ALCOIL ASS 20 y ALCOIL ASB 20: son productos en polvo.



Sabía Vd. que ya en 1931...

en un pequeño local elaborábamos las primeras partidas del humectante a base de alkilnaftalensulfonato sódico en un autoclave de tres litros, agitado a mano? Entre los modernos alquilaril de nuestra fabricación presentamos con orgullo: **ALCOIL AS**

ANALES
DE LA
SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA

DIRECTOR: ALBERTO G. URCELAY

TOMO CLVII

BUENOS AIRES
AVDA. SANTA FE 1145

—

1954

Abinzano Algañaraz, Marcelo P.
Abulafia Alfredo
Acevedo, Arturo
Acuña Anzorena, José A.
Acuña, Manuel H.
Aczél, Martín
Agrest, Jacobo
Aguirre, José Urbano
Ahrens, Gualterio E.
Ahumada, José M.
Albertelli, Hugo C.
Albertolli Emilio A.
Albizzati, Carlos M.
Alessi, Juan M.
Alsogaray Federico
Alterthum, Juan
Alurralde Nicanor
Alvarez de Toledo, Belisario
Allaria Amézaga, José A.
Allende Posse, Justiniano
Amadeo Artayeta, Enrique
Amos, Arturo G.
Angelini Raúl
Aragón, José María
Arambarri, Domingo R.
Arce, Manuel J.
Ardigó, Dante A.
Arellano, Manuel E.
Arnaudo, Silvio J.
Asti Vera, Armando A.
Auderut Barbeito, Arturo
Avalos, María Angélica S. de
Babini, José
Bacal, Benjamín
Bachmann, Ernesto
Baglietto, Eduardo E.
Balbiani, Atilio
Baliani, Luis M.
Baliña, Jorge A.
Ballofet Armando
Bancalari, Agustín
Baralis, Malchor
Bardin, Pablo P.
Barral Souto, José
Bascialli, Pablo Carlos
Bava, Leopoldo A.
Bellora, Humberto E.
Benvenuti, Juan Carlos D. R.
Belzoni, Guido C.
Beordi, Manuel A.
Bergel, Meny
Berjman, Elena
Bernardo, Lorenzo L.
Berretta, Pablo
Berrino, Juan B.
Bertino, José Carlos
Bertomeu, Carlos A.
Besio Moreno, Nicolás
Bianchi, Cervantes S. C.
Bianchi, Domingo A. M.
Bianchi, Josefa A.
Bianchi Lischetti, A.
Bibiloni, Filiberto N.
Bibiloni, Homero C.
Biggeri, Carlos
Bignoli, Arturo Juan
Bilotti, Alberto
Bimbi, José L.
Blaquier, Juan
Blasco, Armando D.
Boaglio, Santiago
Boffi, Jorge A.
Bohoslavsky, Juan
Böhtlingk, Heriberto
Bolognini, Héctor
Bonanni, Cayetano A.
Bonello, Roberto
Bosch, Gonzalo
Bottaro, Juan C.
Bourel, Carlos A. L.
Bouso, Oscar
Bracaccini, Osvaldo
Braun Menéndez, Eduardo
Briano, Juan A.
Browne, Alberto M.
Brugger, Heriberto J. B.
Brunengo, Pedro
Bruno, Vicente D.
Bula, Clotilde A.
Burgos, Juan Jacinto
Burkart, Arturo
Burnett, Bruce Ronald
Busconi, Estela M.
Busso, Eduardo B.
Bustamante, Elías N.
Butty, Enrique
Buzón, Guillermo
Buzzo, Alfredo
Cabello, Adolfo R.
Calegari, Roberto J.
Caldano, Julio César
Caldwell King, J.
Canale, Humberto
Cánepa, Enrique P.
Capelli, Pedro F.
Carabelli, Juan José
Carabelli, Pablo Luis
Cárdenas, Emilio F.
Carelli, Humberto H.
Carniglia, José
Carranza, Julio M.
Carrasco, Ricardo
Carrera, César J. M.
Casacuberta, Antonio
Casal, Pedro Segundo
Casaravilla, Norberto A.
Casella, Alberto T.
Castellanos, Alberto
Castello, Manuel F.
Castillo, Leopoldo
Castro Martínez, José U.
Cattaneo, Pedro
Ceppi, Héctor
Cerri, Italo Américo
Ciaburri, Miguel G. F.
Cimaschi, Enrique O.
Cirelli, Aberto D.
Clausen, Enrique G. E.
Clausen, Heriberto E.
Cofino, Italo V.
Colina, Bartolomé de la
Colla, Ada Silvia
Coni Bazán, F. A.
Copello, Andrés R.
Cordeu, Adolfo V.
Cordeu, José A.
Cordeyro Echagüe, Jorge G.
Cornejo, Abel
Cortés, Fernando
Curutchet, Luis
Curutchet, Raúl A.
Czysch, Alejandro
Chanourdie, Carlos C.
Chanourdie, Enrique
Damiani, Raimundo F.
Damianovich, Horacio
Damköhler, Wilhelm
Danilevsky, Alejandro de
D'Ascoli, Lucio
Dasso, Ricardo L.
Daverio, Enrique G.
Davy, Roberto G.
De Azevedo, Juan C. P.
De Carlo, José Alejandro
De Cesare, Elías A.
D'Elía, Antonio
Deferrari, Jorge O.
De Fina, Armando L.
de la Canal, Luis María
Delpech, Simón A.
Delpini, José Luis
De Martino, Elsa
De Michino, Américo F.
De Nardo, Juan B.
Díaz, Emilio L.
Dickmann, Emilio
Dieulefait, Carlos E.
Dobranich, Jorge W.
Donaldson, María Susana
Dubecq, Raúl E.
Dueñas, José
Duhau, Luis
Elizondo, Francisco M.
Escudero, Antonio
Escudero, Pedro
Esperne, Juan
Espiasse, Carlos A.
Espiasse, Jorge A.
Espina, Enrique
Espinosa, Agustín
Fernández, José S.
Fernández Gamio, Angel Lucio
Ferrari Bono, Bruno V.
Ferro, Antonio M. F.
Fesquet, Alberto E. J.
Figini, Angel
Figuerero, Hernando W.
Figueroa, Alejandro
Fiore, Luis
Fiorito, Carlos M.
Folquer, Mario
Franzetti, Carlos J.
Frehner, Armando S.
Frenguelli, Joaquín
Freude, Ludwig
Frigerio, Juan B.
Fuchs, Guillermo L.
Fürnkorn, Divico A.
Gaffuri, Domingo
Gahan, Angelina Chiarelli de
Galíndez, Santiago J.
Galmarini, Alfredo G.
Gando, Alfredo R.
Gandolfi Herrero, Augusto
Gandolfo, José S.
Garbesi, Ricardo E.
García Mata, Rafael
Garlan, Andrés E.
Garófalo, Jorge F.
Garzoni, Carlos A.
Garralda, José
Gatti, Alfredo B.
Gaudy, Fernando
Géneau, Carlos E.
Gerardi, Donato
Gianolini, Néstor O.
Georgii, Walter
Giles, William Bernard
Giménez, Eduardo V.
Giovaneli, Jorge A.
Giráldez, Ricardo Vicente
Giusti, Leopoldo
Goldenhorn, Simón
Gollán (h), José Santos
González Beaussier, Carlos
González del Solar, A. G.
González Domínguez, Alberto
González Zímmermann, Francisco
González, Emilio L.
González Victorica, Diego, J.
Gorostiaga, Roberto
Gorriti, Fernando
Gottschalk, Otto
Grandi, Alberto L.
Graziani, Luis R
Grunwaldt, Enrique G. M.
Guozden, Helvio N.
Gutiérrez Acha, Alfredo
Gutiérrez, Ricardo J.
Gutiérrez Salinas, Jorge B.
Guzmán, Arturo
Guzmán, Carlos A.
Harrington, Horacio J.
Hasperué, Horacio E.
Henrichsen, Kjell A. L.
Herbin, Luis A.
Hermitte, Enrique Martín
Herrera Vegas, M.
Hernández, Angel G.

Herrmann, Gustavo G. C.
Herzer, Bernardo
Heymann, Roberto G.
Hickethier, Carlos F.
Hoebeke, Luis
Hofmann, Herbert
Holmberg, Eduardo
Hoxmark, Guillermo
Ibarra Grasso, Addalberto H
Imbriano, Aldo E.
Incollá, José
Iriart, Luis M.
Irigoyen, Luis H.
Isnardi, Héctor
Ivanissevich, Ludovico
Ivanissevich Machado, Antonio
Jauch, Clotilde
Jorge, José M.
Joselevich, José B.
Justo, Andrés
Kapus, Ervin E.
Kempny, José Carlos
Kinkelin Pelletán, J. C. de
Klein, Alberto
Kolungia, Carlos A.
Konzewitsch, Nicolás
Kooy, Mauricio van der
Kormilev, Nicolás A.
Kostevitch, Miguel M.
Krapf, E. Eduardo
Kuznezov, Nicolás
Lagunas, Simon
Lanusse, Antonio R.
Laplaza, Florián
Larco, Esteban
Larguía Escobar, Constancio
Larreguy, Carlos
Lassalle, Gerardo M.
Lasso, Alfredo F.
Leanza, Armando F.
Leguizamón Pondal, M.
Leiguarda, Ramón H.
Liebermann, José
Liceaga, Jorge A. Ig.
Lignières, Roberto
Lijtmaer, Salomón
Limeses, José Alberto
Lynch, Tomás F.
Liserre, Guido O. S.
Lix-klett, Luis
Lizer y Trelles, C. A.
Lóizaga, Niceto S.
Longhini, Pedro
Longo, Rafael E.
Longobardi, Ernesto
López García, Andrés
Luchini, Laura Mírcoli de
Lutgem, Enrique B.
Llambías, Mario R.
Llobet, Pedro F.
Mac Lean, Héctor C.
Mackinlay Zapiola, Matías N. F.
Manetti, Aitor A.
Manera, Edmundo
Marchionatto, Juan B.
Marcovich, Rafael
Mari, Carlos A. J.
Marín, Antonio
Mariscotti, Carlos
Marqués de Saint, Perrier
Marotta, F. Pedro
Marotta, R. Armando
Martinelli, Ernesto A.
Martínez, Antonio
Martínez Dalke, Luis M.
Martínez, Osvaldo I.
Martínez, Rodolfo
Martínez Vivot, Raúl J.
Martucci, Jorge A.
Martino, Cándico C.
Mascardi, Emilio Carlos
Mc Loughlin, Rogelio P.
Medici, Raúl F.
Mendiondo, Pedro
Meoli, Humberto
Mermoz, Francisco A.
Merzei, Ernesto
Mestorino, Elisa B. B. de
Miccio Peralta, Luis R.
Michaud Carlos
Miganne, Víctor O.
Migliarini, Justo J.
Migone, Luis V.
Modern, Fernando
Molfino, José F.
Molinari, Horacio J.
Montes Gallo, Delia M. C.
Montes, Nemesio H.
Mora, Rafael E.
Moragues Bernat, Jaime
Moragues, Miguel
Moreno, Amalia F.
Moreno, Marco A.
Moretti, Luis
Mouchet, Enrique
Moyano, Braulio
Muhlmann, Miguel M.
Mulleady, Ricardo T.
Muñoz Cabrera, René
Nágera, Juan José
Natale, Alfredo
Natino, Roberto J.
Nattkemper, Augusto F.
Negrete, Lucía
Negri, Mario L.
Negroni, Pablo
Noir, Beatriz A.
Noni, Arturo
Núñez, Constantino
Núñez, Omar A.
Núñez Monasterio, Carlos
Nürnberg, Zacarías M.
Ogara, Mario Tito
Ogueta, Ricardo A.
Olguín, Juan
Olivera, Carlos E.
Ortiz de Rosas, Jorge
Otamendi, Gustavo
Ottonello, Héctor
Ottonello, Néstor J
Ottonello, Roberto J.
Páez, José M.
Pagliaro García, Domingo
Pagola, Enrique A.
Paitoví, Oscar E.
Paiva, Augusto César
Palau, Mario J.
Palazzo, Pascual
Panza, Enrique G.
Panzarini, Rodolfo N. M.
Papadakis, Juan
Parodi, Edmundo
Parodi, Lorenzo R.
Parodi, Raúl
Pasman, Raúl G.
Pasqualini, Clodoveo
Pastrana, Francisco J.
Pastrana, José A.
Patalano, Alfredo
Pauly, Antonio
Paz Anchorena, José M
Pedace, Eduardo A.
Penazzio, Oscar
Peña, Guillermo A.
Perazzo, Roberto J.
Pérez Amuchástegui, Carlos M.
Pérez del Cerro, Carlos A.
Pérez del Cerro, Luis E.
Perren, Jorge E.
Perrone, Cayetano
Pessagno Espora, Mario
Pestalardo, Agustín
Petre, Martín F.
Pinasco, Santiago F.
Pini, Aldo S.
Piovano, Abelardo P.
Pirillo, Santo
Pistarelli, Julio A.
Plotnicoff, Wladimiro
Podestá Costa, Luis A.
Polledo, César M.
Portillo, Gregorio A.
Posadas, Carlos
Prelat, Carlos E.
Prestera, Oscar A.
Prohaska, Federico J.
Puchulu, Juan F.
Puente, Francisco de la
Pujals, Emilio
Quijano, Octavio M.
Quinos, José Luis
Quinterno, Eduardo A.
Raitzin, Alejandro
Ramaccioni, Danilo
Ramallo, Carlos M.
Ranwez, Gustavo
Rathgeb, Alfonso
Rathgeb, Eckhardt
Raver, Ignacio
Re, Pedro M.
Rebuelto, José A.
Reece, William Asher
Reig, Osvaldo A.
Reissig, Luis
Repetto, Blas A.
Rey, Adolfo M.
Rezzani, José María
Riccitelli, José A.
Richterich, José
Riggi, Agustín E.
Riveros, José E.
Roca, Miguel C.
Rodríguez Jáuregui, Carlos C.
Rodríguez, María Luisa
Rodríguez, Miguel
Rosas, Agustín
Rosauer, Rodolfo E.
Rosenbusch, Francisco
Rotaeche, Juan
Rotondaro, Antonio A. J.
Roveda, Alberto A.
Roverano, Rómulo R.
Rovira, Antonio
Rovira, Luis
Ruata, Luis E.
Ruíz Moreno, Adrián
Rusconi, Carlos
Sabaria, Enrique
Salerno (h.), Blas
Salomón, Hugo
Salles, Mario A.
Samatan, Enrique L.
Sánchez Díaz, Abel
Sánchez, José Ricardo
San Martín, Salvador
Sanna, Julio E.
Santos Rossell, Carlos
Saralegui, Antonio M.
Sardina, Dagoberto A.
Sarrabayrouse, Eugenio
Sastre, Marcos (h.)
Savalan, Dikris
Sbarbi, Mario A.
Schaw, Enrique E.
Schleich, Bernardo E.
Schnack, Benno J.
Schnack, Benno J. Ch.
Schneider, Otto
Scotto, Jorge A.
Schulz, Guillermo
Schwerdtfeger, Werner
Segura, Roque
Senillosa, Guillermo
Silveyra, Ricardo
Simonoff, Miguel
Simons, Hellmut
Sirotzky, David
Sirotzky, Susana L.
Sobral, Arturo
Solari, Emilio F.
Solari, Miguel A
Soldano, Ferruccio, A.
Soler, Frank L.
Somonte, Eduardo
Sordelli, Alfredo
Spinetto, David J.

Spota, Víctor J.
Stewart, Francisco
Stoppani, Andrés O. M.
Strattner, Juan R.
Sturla, Antonio E.
Szabó, Ladislao
Tapia, Esmenia A.
Taquini, Alberto C.
Tausend, Pablo P. L.
Tejo, Abelardo
Tello, Eugenio
Tossini, Luis
Traversi. Blanca A.
Trefault, Adolfo T.
Trelles, Rogelio A.
Turdera, Raúl D.
Umanzio, Carl B.
Urcelay, Alberto G.
Valentini, Argentino
Valentinuzzi, Máximo
Valerdi, Carlos J.
Vallejo, Segundo E.
Vanossi, Reinaldo
Varela Gil, José
Vela Huergo, Julio
Verdier, Pablo A.
Vicien, Pedro
Villalobos Domínguez, Cándido
Villanueva, Guillermo A.
Villar Palacio, Ricardo
Viticcioli, Fernando
Voilajuson, Julián
Volpi, Carlos A.
Wainer, Jacobo
Wauters, Carlos
Wauters, Jorge E.
Weil, Pedro A.
Wencelblat, Nicolás R.
Westerkamp Federico T.
Vignaux, Juan C.
Williams Thomas J.
Wunenburger, Gastón
Ygartúa, Luis María
Ygobone, Aquiles
Záccara, Juan José
Zalazar, Luis María
Zamboni, Agustín
Zamora, Clemente A.
Zanetta, Alberto
Zelasco, José F.
Zunino, Héctor A.
Zunino, Juan José
Zuloaga, Angel M.

SOCIOS ACTIVOS NO RESIDENTES

Alsina Fuertes, Fidel
Arena, Antonio
Boerger, Alberto
Burgueño, José Luis
Calace, Rafael J.
Capitanelli, Ricardo G.
Carelli, Antonio
Cernuschi, Félix
Christmann, Federico E.
Coria, Pedro Eduardo
Descole, Horacio R.
Fischer, Gustavo J.
Garcés, Antonio
Greve, Walther
Henry, Teófilo
King, Diarmid O.
Lizarán, Fernando
Mignanego, Alberto A.
Peirano, Abel A.
Pepe, O. Rodolfo
Ringuelet, Emilio M. R.
Sagastume Berra, Alberto E.
Scheggia, Eduardo R.
Soria Bravo, Custodio
Sorol, Rafael V.
Storni, Julio S.
Victoria, Juan
Wilkens, Alexander

SOCIOS ADHERENTES

Alonso, Alegría
Alonso, Roberto A. J.
Altieri, Ruben A.
Alvarez, Alfredo D.
Alvarez Costa, Enrique
Anticev, Antonio
Armony, Paul
Bancalari, Nicolás
Bazzanella, José
Bazzi, Raúl
Benhayon, Jorge M.
Bonnier, Juan J.
Bonnier, Nélida O. Dellamea de
Borrazás Maril, Francisco
Carman, Ernesto
Caro, Jorge
Costa, Bonorino Luis E.
Cotlar, Mischa
Cuomo, Edmundo J.
Chiodin, Alfredo S.
Chiti, César
Demichelis, Juan Carlos
De Vido, José Miguel
Di Leo, Ernesto
Dimitri, Millán J.
Di Rocco, Jorge M.
Dos Reis, Osvaldo C.
Dressel, Carlos E. A.
Egen, Walther von
Escobar Martínez, Martín O.
Ferramola, Raúl
Fuente, Enrique
Fuentes, Horacio
Francese, Héctor J.
Francos, Raúl
García, Eduardo D.
García Posadas, Alejandro C.
Gil Herrera, Ramón
Gingold Tarder, Bori
Goldstein, Jaime A.
Gómez, Carlos Eduardo
Gonçalves Vadell, Enrique
González Silva, Evaristo José
Gorchs, Agustín C.
Grosso, Aníbal B. A.
Greenway, Daniel J.
Hekimián, Santiago
Hendler, Eugenio
Huergo, José María
Ibarborde, Angel A.
Lazarús, Jaime
Lindemann, Hans A.
Lucini, Norberto H.
Mailhos, Luis E.
Malbrán, Juan J.
Manetti, Omar A.
Mantilla, Lola S. de
Morandi, Erminia E.
Micheli, Gastón
Miranda, Delio
Molfino, Rubén H.
Molinari, Angélica N. V. de
Moretti, Rodolfo O.
Negri, Antonio J.
Negro, José E.
Offermann, Alfredo M.
Orúe, José Félix
Paci, Eva
Paci, Fernando José
Paillas, Mario Ramón
Palmeri, Víctor R.
Pandolfo, Vicente
Pécora, Edgardo J.
Peraldo, Leo
Pontis Videla, H. G.
Pujals, Carmen
Recoder, Roberto F.
Repetto, Cayetano
Reynal, Jorge E.
Rodríguez, Celso
Rodríguez, Hernán
Rokotnitz, Otto
Rossell Soler, Pedro
Rossi, Mario R.
Sadosky, Manuel
Sáenz Briones, Pablo
Salavin, Raimundo G.
Saralegui, Ramón M.
Scali, Luis
Tortorelli, Ulises R.
Vallebella, Colón B.
Viegas, Claudio F. A.
Wechsler, Wolf
Weisz, Ana Wassing de
Wright, Jorge E.
Zariategui, Julio C.
Zen, Norberto Victorio
Zubieta, Gerardo Jorge
Zuckerman, Jorge

CASAS ADHERENTES

Angel Estrada y Cía.
Brown Boveri
Benvenuto y Cía.
Bunge y Born, Ltda.
Compañía General de Construcciones
Compañía Industrial de Electricidad
De la Puente y Bustamante
Establecimientos Industriales "Febo"
Instituto Argentino de Urbanismo
Instituto Foto-Topográfico Argentino
Jacobo Peuser S. A.
Latham Urtubey, Agustín O.
Lutz. Ferrando y Cía.
Guglielmoni S. A.
Polledo, S. A.
Productos Farmacéuticos SANDOZ
Rezzani y Esperne
Siemens-Bauunion
S. A. Talleres Metalúrgicos San Martín «TAMET»
T. Gr. "Tomás Palumbo"

SOCIOS PROTECTORES

Arienti y Maisterra
Bacher, Carlos
Capdehourat, Eduardo L.
Campomar, Jaime
Espil, Bernardo
Fernández Díaz, Augusto
Lappas, Basilio G.
Marseillán, Francisco
Miserendino, Raúl
S. A. Francisco Cinzano y Cía. Lda.
Tarantola, Rodolfo

SOCIOS VITALICIOS

Deulofeu, Venancio
Drysdale, Alejandro M.
Huergo, Eduardo M.
Lana Sarrate, Casimiro
Llorente, Pedro H.
Magnin, Jorge
Medina, Antonio M.
Morixe, José B.
Storni, Segundo R.

MIEMBROS PROTECTORES DE LA ORGANIZACION DIDACTICA DE BUENOS AIRES

Besio Moreno, Nicolás
Tornquist, E. y Cía. (Lda.)

SECCION SANTA FE

COMISION DIRECTIVA

PERÍODO 1951 - 1952

Presidente, Dr. Gustavo A. Fester; Vice-presidente, Dr. José Piazza; Secretario, Ing. Quím. Enzo A. Martinuzzi; Tesorero, Ing. Quím. José Cruellas; Vocal titular 1º, Ing. Quím. Adolfo Collados; Vocal titular 2º, Dr. Ezio Emiliani; Vocal suplente 1º, Ing. Quím. Jorge Huck; Vocal suplente 2º, Ing. Quím. Miguel Gargallo.

SOCIOS ACTIVOS

Aguirre, Ana Laura de
Amadón, Leónidas
Bossi, Celestino
Carnovali, Federico J.
Collados, Adolfo R.
Costa Comas, Ignacio M.
Cruellas, José
Ellena, Andrés
Elizaga, Oscar G.
Emiliani, Ezio
Falco, Federico
Fester, Gustavo A.
García, Lorenzo A.
Gargallo, Miguel A.
Gollán, Josué (h.)
Huck, Jorge
Hotschewer, Curto
Kittl, Erwin
Mai, Carlos
Martinuzzi, Enzo A.
Müller, Juan Carlos E.
Obermann, Raúl Augusto
Piazza, José
Piñero, Rodolfo
Pocoví, Antonio P.
Pomar, Hety Bertoldi de
Ponce de León, Ernesto R.
Puente, Nemesio G. de la
Santini, Bruno L. P.
Vergara, Emilio A.

SECCION MENDOZA

COMISION DIRECTIVA

Presidente, Dr. José Luis D. Minoprio; Vice-presidente, Ing. Cayetano C. Piccione; Secretario, Sr. Adrián Ruíz Leal; Tesorero, Sr. Manuel Tellechea; Vocales titulares, Dr. Arturo E. Corte e Ing. Juan P. Toso; Bibliotecario, Dr. Emiliano Aparicio.

SOCIOS ACTIVOS

Aparicio, Emiliano P.
Baquero, José C.
Bauzá, Juan
Benegas, Raúl
Bermejo, Horacio
Bidone, Mario
Bonfanti, Humberto C.
Bonino, Arrigó F. E.
Candisano Liqueno, José
Cano, Guillermo J.
Casale, Florencio B.
Casas, Humberto de
Ceresa, Mario Carlos D.
Corte, Arturo Eduardo
Croce, Francisco M.
Jofré, Emilio
Masera, Raimundo F.
Metreaux, Alfredo
Minetti, Jorge José
Minoprio, José D. J.
Morello, Pablo Felipe
Moyano, Alejandro
Palumbo, Víctor Hugo
Piccione, Cayetano C.
Ponce, José Raúl
Putalivo, Luis
Ruiz Leal, Adrian
Silvestre, Tomás
Tellechea, Manuel
Toso, Juan P.

SECCION SAN JUAN

COMISION DIRECTIVA

Presidente, Dr. Indalecio Carmona Ríos; Vicepresidente, Dr. Salvador A. Doncel; Secretario, Dr. Benjamín N. Sández; Tesorero, Ing. Carlos W. Godoy; Vocales, Dr. Alfonso Barassi, Dr. Carlos U. Cesco y Sr. César H. Guerrero.

SOCIOS ACTIVOS

Acerbi, Miguel Angel
Aguiar Vázquez, Américo A.
Aguilar, Antonio
Aguilar, José B.
Alagia, Humberto
Alfonso, Flora G.
Alvarez, Alberto B.
Alves da Silva, Carlos
Alladío, Luis R.
Aubone, Adriano E. R.
Autard, Luis F.
Aveta, Alberto F.
Baca, Remberto
Baistrocchi, Alberto I.
Baistrocchi, José H.
Balseiro, Carlos N.
Barassi, Alfonso
Basañes Zavalla, Alberto D.
Basañes Zavalla, Carlos
Bellio, Néstor E.
Bianchi, Carlos E.
Bocca Tourres, Carlos L.
Bocelli, Federico
Boero, Rogelio A.
Borcosque, José Manuel
Bustelo Barcia, Francisco
Bustelo, Jesús María César
Cámpora, Juan Carlos
Caputo, Renzo
Carmona, Alberto E.
Carmona Ríos, Indalecio
Carrizo Vita, Eduardo
Casas, Carlos A.
Cerutti, Nazario C. G.
Cesco, Carlos U.
Colombo, Juan Carlos
Constantini, Alberto H.
Cremades, José M.
Crescentino, Héctor H.
Dara, Francisco R.
Dates, Germán F. C.
Daroni, Julio
Dawson, Bernhard H.
de Dios Videla, Juan
de la Torre, Antonio
Del Bono, Juan C.
del Carril, Pablo Alberto
Delgado, María N.
Dobladez, Pedro
Domínguez, Enrique
Doncel, Salvador A.
Dubos, Armando E.
Duprat, Luis A.
Fagale, Salomón
Farrugia, Juan A.
Ferrer Yanzi, Jorge I.
Flores Parramón, Julio
Forradellas, Carlos
Garcés Sirerol, Pedro
García Wimer, Manuel S.
Gatti, Enrique
Giuliani, Francisco
Glantz, Aída
Godoy, Carlos W.
Gómez, José Manuel
González, Bernardo
González Santaella, Yolanda
Graffigna, Duilio S.
Graffigna, José B.
Graffigna, Santiago S. B.
Guerrero, César H.
Guimaraes, Arturo R.
Horodniceanu, Nicolás
Jardón, José María
Kalejman, Enrique
Landa, Augusto
León, Marcelo de
Loedel P., Enrique
López Echegaray, José A.
López, Isidro

López Mansilla, Enrique E.
Macchi, Carlos F.
Marchese, José R.
Marchese, Luis E.
Martínez Colombres, Valois
Marún, Adán N.
Mas Zaragoza, Vicente
Mattar, Elías
Mattar, José
Matus Tobar, Justo A.
Maurin Navarro, Osvaldo
Melli, Alfredo
Mercader Bosch, Roberto A.
Millán, Julio R.
Mini, Carlos A.
Mó, Fernando F.
Moya Gil, Enrique A.
Muñoz Girón, Isidoro
Nattar, Elías
Nissen, Juan J.
Olivarez, Enrique S.
Ortíz, Gervasio
Palmero Ortiz, Fabriciano
Papparelli, Elvio
Peñafort, Ramón
Perghem-Gelmi, Miguel Angel
Puebla, Faustino A.
Quiroga, Fermín E.
Quiroga, Manuel A. V.
Ribeiro Monteiro, Antonio A.
Rins, Marcelino D.
Riveros, Lelia A.
Rochna, Federico N.
Rodríguez Aguirre, Francisco
Rodríguez, Augusto P.
Rodríguez Pinto, Domingo
Romero, Joaquín H.
Romito, Emilio L.
Rotter, Luis
Ruiz Bates, Ramón J. C.
Salmini, José
Sández, Benjamín N.
Sandez, Julio Argentino
Sanz, Amadeo
Scippel, Arno W.
Segovia Fontanes, José A.
Sispanov, Sergio
Suárez, Raúl
Sylvestre, Juan Domingo
Tomaghelli, Alberto A.
Torcivia Marinaro, Juan
Toro, José O.
Toro, Rogelio B.
Varando Etchegaray, Alcides E.
Varese, Carmen P. de
Vera Correa, Manuel A.
Videla, Horacio G.
Villalba, Argentino R.
Villamayor, Orlando F.
Vita, Julio E.
Volponi, Fernando
Wetten, Florián
Yanzi de Oro, Luis María M.
Yanzón, Absalón Alejo
Yapur, Julio

SOCIOS CORRESPONDIENTES

Amaral, Afranio de	**San Pablo (Br.)**
Avendaño, Leónidas	**Lima**
Bachmann, Carlos J.	**Lima**
Best, Charles	Canadá
Borel, Emile	**París**
Cabrera, Blas	**Madrid**
Campos Porto, Pablo	**Río de Janeiro**
Cardozo Legéne, P.	Río de Janeiro
Chester Bradley, J.	**Ithaca, N. Y.**
Darmois, Eugenio	**Nancy (Fr.)**
Darmois, Georges	**París**
Dávila, Rubén	**Santiago (Ch.)**
Escomel, Edmundo	**Lima**
Fiebrig, Carlos	**Munich (Al.)**
Fontecilla Larrain, Arturo	**Santiago (Ch.)**
Fort, Michel	**Lima**
García Godofredo	**Lima**
Galindo Q. Eudoro	Cochabamba (Bolivia)
Gaylord Simpson, George	Nueva York
González del Riego, Felipe	**Lima**
Goodspeed, Thomas H.	**Berkeley, Cali.**
Greve, Germán	**Santiago (Ch.)**
Guinier, Philibert	**Nancy (Fr.)**
Hadamard, Jacques	**París**
Hauman Luciano	**Bruselas**
Hernández, Juvenal	**Santiago (Ch.)**
Hijar y Haro, Luis	**México**
Janet, Pierre	**París**
Jiménez de Asúa, Luis	**Madrid**
Keiper, Guillermo	**Berlín**
Levi Peppo	**Rosario**
Lobo, Bruno	**Río de Janeiro**
Mamberto, Benito	Prov. de Bs. Aires
Mardones, Francisco	**Santiago (Ch.)**
Molina, Enrique	**Concep. (Ch.)**
Monjaráz, Jesús E.	**México**
Montel, Paul	**París**
Moretti, Gaetano	**Milán**
Oliver Schneider, Carlos	**Concep. (Ch.)**
Perrin, Tomás G.	**México**
Perrine, Carlos D.	**Córdoba**
Pi y Suñer, Augusto	**Barcelona**
Reyes Cox, Eduardo	**Santiago (Ch.)**
Terracini, Alejandro	**Tucumán**
Valirón Georges	**París**
Valle, Rafael H.	**México**
Vélez, Daniel M.	**México**
Villarán, Manuel V.	**Lima**
Vitoria, Eduardo	**Barcelona**

ANALES

DE LA

SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA

DIRECTOR: ALBERTO G. URCELAY

ENERO-FEBRERO-MARZO 1954 — ENTREGAS I II y III — TOMO CLVII

SUMARIO



BUENOS AIRES
AVDA. SANTA FE 1145

1954

ADVERTENCIA.— Los colaboradores de los Anales son personalmente responsables de la tesis sustentada en sus escritos. Tienen derecho a la corrección de dos pruebas. Los que deseen tirada aparte de 50 ejemplares de sus artículos, deben solicitarla por escrito. Artº 10 del Reglamento de los "ANALES" (modificado por la J. D. en su sesión de fecha 4 de septiembre 1941). Los escritos originales destinados a la Dirección de los "Anales", serán remitidos a la Gerencia de la Sociedad, avenida Santa Fe 1145, a los efectos de registrar la fecha de entrega para luego enviarlos al señor Director. La Sociedad no tomará en consideración las observaciones de los autores que se refieran a cualquier anormalidad, si no se ha cumplido con el requisito indicado.

Impreso en los Talleres Gráficos "TOMAS PALUMBO" - La Madrid 311-325 - Buenos Aires

TEXTURAS CONE-IN-CONE EN CALINGASTA (*)

POR EL INGENIERO

CARLOS ALVES DA SILVA

Del Instituto de Investigaciones Mineras de la Universidad de Cuyo

---

El el estudio de las texturas llamadas de « cone-in-cone » en idioma inglés, o « nagelkalk » en idioma alemán, se han expuesto varias hipótesis sobre la posible génesis de esas curiosas formas, sin que, hasta el presente, haya podido llegarse a un criterio generalmente aceptable. En esas hipótesis han prevalecido criterios que han partido de conceptos físicos, químicos y orgánicos, teóricos en su mayoría y algunos experimentales (1).

A raíz de los estudios de exploración realizados en la zona de los sulfatos de Calingasta, provincia de San Juan, República Argentina (2), fué posible el hallazgo de interesantes yacimientos de « cone-in-cone » que son estudiados en este trabajo. El autor cree en la conveniencia de crear una frase que exprese en castellano lo que significa la nomenclatura inglesa « cone-in-cone ». Si otros estudios no negaren la posibilidad de que sean generalmente aceptados los conceptos genéticos que van a exponerse, se propone la frase « *deformaciones cónicas* » con esa finalidad. El vocablo deformación daría una idea del origen que le es atribuído (causas mecánicas) y el adjetivo cónica expresaría su aspecto morfológico. A título de ilustración general sobre el asunto, que no muchas veces ha sido tratado y por eso es desconocido por algunos geólogos, se describe a largos trazos en qué consisten las texturas rocosas conocidas bajo el nombre propuesto de deformaciones cónicas. Estas texturas (figuras 1, 2 y 3), aparentemente son constituídas por una serie de conos encajados unos en los otros. Esos conos, cuyos ejes son normales a los planos de estratificación, son variables en sus dimen-

(*) Trabajo remitido por la Sección San Juan de la Sociedad Científica Argentina.

siones y tienen, a veces, desarrollada en su superficie una serie de estrías concéntricas (Fig. 4), formando como escalones dispuestos en anfiteatro cuando son vistos desde su parte interior, o en torre de Babel cuando son observados desde el exterior de su superficie ([3]).



Fig. 1.

Estas estrías son discontinuidades de las superficies cónicas, semejantes a nervaduras anulares o escaloncitos, con anchos inferiores a 1 milímetro, pero variables, siendo generalmente menores cuando más próximos se encuentran de los vértices de los conos. Sobrepuestas a las superficies cónicas, suelen existir escamas arcillosas

de fino espesor. Algunos conos están compuestos por fibras de calcita paralelas al eje del cono o inclinadas sobre éste. Los conos suelen presentar sus vértices encorvados, sucediendo lo mismo con las fibras calcáreas. Durante el presente estudio fueron observados individuos con dimensiones desde poco más de un milímetro hasta tres centímetros medidos en el diámetro de la base del cono, pero son conocidos individuos que alcanzan hasta veinte centímetros (4). Lo profundidad o altura del cono es, en las muestras estudiadas, del mismo orden de magnitud. Los ángulos apicales de los conos varían entre 5 y 100 grados. Estos son los datos para identificación de las texturas que bajo el nombre de deformaciones cónicas se estudian a continuación.



Fig. 2.

Los afloramientos de texturas de deformaciones cónicas, referidos en este estudio, están situados en la zona de los sulfatos de Calingasta. Cerca del kilómetro 136 de la ruta 20, que une la ciudad de San Juan con Barreal, por el lado del naciente, existe una quebrada que a la distancia de dos kilómetros de la ruta se bifurca. Tomando por la quebrada, del lado derecho de quien sube, y caminando aproximadamente dos kilómetros más en la dirección S. E., encuéntrase un pequeño cerro donde fué colocada una estaca de madera con el número 24, precisamente en el lugar del primer afloramiento estu-

diado. El segundo está ubicado más al E., junto a una estaca con el número 60. Desde la ciudad de San Juan puede llegarse al lugar de los afloramientos en automóvil, debiendo recorrerse al final una distancia aproximada a un kilómetro a pie. El lugar es accesible durante todo el año, siendo el clima templado y existiendo



FIG. 3.

buenas condiciones de vida en la pintoresca población de Calingasta situada a menos de diez kilómetros de los yacimientos. La zona en la que están ubicados los afloramientos de deformaciones cónicas es extremadamente complicada en su tectónica. Las diferentes rocas están intensamente plegadas, rotas y falladas, notándose extensas zonas metamórficas. En el lugar predominan rocas paleozoicas se-

dimentarias y algunas eruptivas. Cuarcitas, grauvacas, diabasas, esquistos arcillosos, pizarras alumbríferas, en las cuales se han encontrado impresiones de graptolitas ([5]) y areniscas fuertemente coloreadas, son las principales rocas que afloran en la región. Una

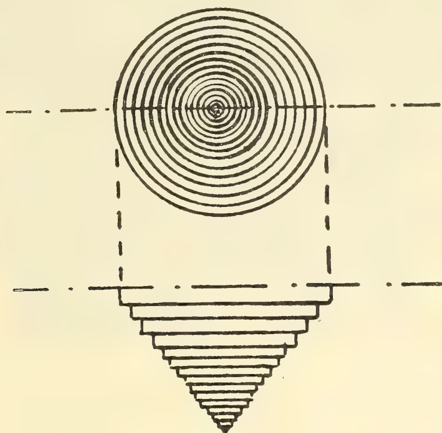


Fig. 4.

gran serie de vetitas de cuarzo, de calcita, de sulfatos de aluminio y de sulfatos de magnesia, afloran en toda la zona, siendo su existencia, a veces, extremadamente difusa. Las cuarcitas grises, las grauvacas, los esquistos arcillosos y alumbríferos, fueran clasificados como de edad Silúrica superior o Gotlandiano ([5]). Los afloramientos de deformaciones cónicas están constituídos por caliza cristalina arcillosa mezclada con clorita, de grano fino. Observadas al microscopio en lámina delgada ([6]) se notaron acumulaciones irregulares, bandeadas, interrumpidas o continuadas, de material arcilloso, limitadas generalmente a ambos lados por calcita tabular fibrosa. Los yacimientos estudiados en sus afloramientos están constituídos por una serie de capas con direcciones N-60°-E e inclinación muy aproximada a 90°. El material que forma esos sedimentos está constituído, como fué dicho, por calizas con pequeñas intercalaciones arcillosas y fuertemente metaforfoseadas, debido a lo cual se observa una textura esquistosa pronunciada. Pequeñas vetitas posteriores de calcita atraviesan los estratos (Fig. 5). Dos filetes de estratificación, *A* y *B*, parelelos y distantes de 1,5 metros (Fig. 6), sobresaliendo de los otros, son portadores de deformaciones có-

nicas en manchas de algunos decímetros medidos según la inclinación y la dirección. Un corte según la línea A-A' mostró el aspecto

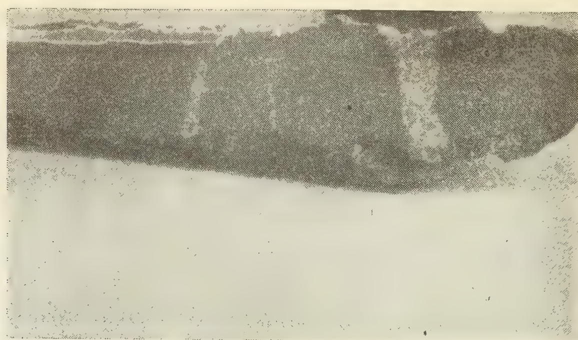


Fig. 5.

indicado en la figura 7. En otro lugar, al naciente de este afloramiento, aflora otro, sensiblemente del mismo tipo, siendo la dis-

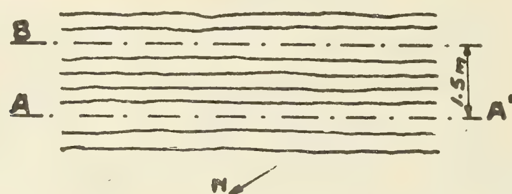


Fig. 6.

tancia entre los dos filetes con deformaciones cónicas aproximadamente de tres metros y el largo de los afloramientos de mayor ex-

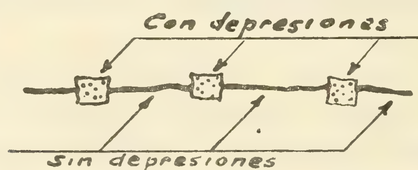


Fig. 7.

tensión que el primero, alcanzando aproximadamente una decena de metros. En este lugar fué sacada una foto (Fig. 8) en la cual

se ven los afloramientos de calizas esquistosas con gran cantidad de sedimentos clásticos, y con el afloramiento donde se tomaron muestras de deformaciones cónicas señalado a tinta. Seguidamen-



FIG. 8.

te son descriptas algunas hipótesis que el autor estudió sobre la génesis de las deformaciones cónicas:

1. — « Los cone-in-cone son el resultado de compresiones ejercidas sobre la roca, cuando ella estaba aún plástica » ([7]).

2. — « El origen de estas deformaciones sería producido por movimientos tectónicos diferenciales... pudiendo ser el resultado de una simple descompresión ». Tracciones producidas en ensayos de laboratorio sobre una pelota de arcilla plástica entre dos planos paralelos, han mostrado, que al ser estos separados, la pelota se rompía dejando, en las dos partes, superficies con la textura de las deformaciones cónicas ([3]).

3. — Conexión con cristalización (textura fibrosa de la calcita), presiones internas producidas por las fuerzas de cristalización de la calcita sobrecargada por el peso de los sedimentos sobrepuestos. La carga de los sedimentos sería vertical y la tensión desarrollada por el crecimiento de las fibras de calcita sería lateral. La resultante de estos dos esfuerzos originaría las deformaciones cónicas ([8]).

4. — Contracciones debidas a la disminución de volumen durante la deshidratación habrían producido las deformaciones cónicas ([9]).

5. — Explícase la formación de las deformaciones cónicas por fenómenos de concreción debidos a difusión de los productos de descomposición de materias orgánicas ([10]).

6. — ...presiones y soluciones habrían engendrado las deformaciones cónicas. Algunas texturas parecen mostrar movimientos de los conos, unos con relación a los otros, y también interpenetraciones. Las presiones serían originadas por:

a) carga de los sedimentos sobrepuestos.

b) el crecimento de texturas concrecionadas con las que, aunque no todas, están asociados algunos yacimientos de deformaciones cónicas.

c) diastrofismo, aunque se conozca su existencia en estratos no perturbados.

Parece que las deformaciones cónicas tendrían como principal agente causal las cargas de los sedimentos sobrepuestos y como factores secundarios, las fuerzas de clivaje de la calcita y fenómenos de disolución. Las deformaciones cónicas se encuentran, a veces, en estratos horizontales o con poca inclinación. Los conos mayores están en la parte superior de las capas y tienen las bases hacia arriba y, si están en la parte inferior, son menores y tienen las bases hacia abajo. Lon ángulos apicales de los conos más perfectos se aproximan a los que se forman en los ensayos de resistencia de materiales al aplastamiento (70 a 110°) y están de acuerdo con el clivaje romboédrico de la calcita (106°). Golpes agudos con el martillo sobre calcita fibrosa, producen conos de percusión semejantes a las deformaciones cónicas. Solución y recomposición de fibras se nota a lo largo de las menores imperfecciones que cortan las fibras. Fenómenos de escurrimiento están patentes entre conos y entre conos y escamas. Las depresiones anulares (escaloncitos) marcan fenómenos de disolución. Las cargas aumentan con los sedimentos acumulados. Las presiones generadas pueden no ser uniformes sobre cada capa por variaciones en el carácter de los materiales sobrepuestos y subpuestos, la superficie y espesor de la capa fibrosa de la calcita, el clivaje romboédrico de las fibras. El carácter de las deformaciones cónicas sería influenciado por variaciones en las fibras, produciendo algunas

gruesas y otras finas, unas prismáticas, otras piramidales, unas pasando de un lado a otro y otras solamente de un lado... La solución empezó después del establecimiento de los planos desarrollados por la presión de las rocas sobrepuestas. La calcita sería removida y un residuo insoluble fué dejado, el cual ayudaría el movimiento a lo largo de los planos sirviendo de lubricante. Donde las fibras fueran cortadas por los planos, la solución sería activa por causa de las depresiones creadas. Así se habrían formado los anillos ([4]). Los conos pueden ser posteriores a la formación de las fibras ([11]).

Estas son, entre otras, las hipótesis más aceptadas para la génesis de las deformaciones cónicas El autor, al estudiar el asunto, solamente estaría de acuerdo parcialmente con los conceptos expresados por Denaeyer ([1]). Se acepta que las deformaciones cónicas serían ocasionadas por esfuerzos de tracción. A continuación se exponen las hipótesis que el autor propone para la génesis de las deformaciones cónicas:

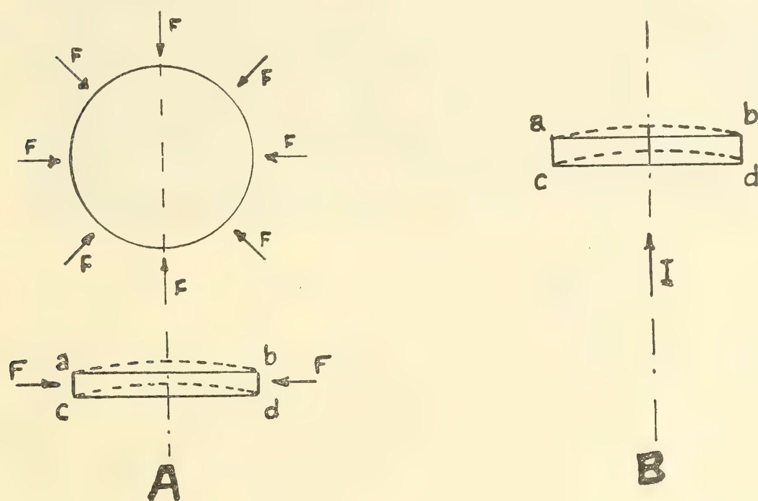


Fig. 9.

Movimientos tectónicos habrían originado compresiones F radiales, paralelas a la estratificación (A) o impulsiones I perpendiculares a ésta (B) (fig. 9), ocasionando flexiones «mamilares» (pandeo) exageradamente indicadas en A y en B por las líneas interrumpidas. El radio de curvatura sería de más elevado orden

de magnitud. Estos esfuerzos iniciales generarían tensiones positivas y negativas en los diferentes puntos del estrato *abcd*, proporcionales a la distancia a que ellos se encontraran de una línea *X-X'* donde los esfuerzos serían mínimos. Esa línea, que llamaremos línea neutra, correspondería a la traza de un plano formado por los vértices teóricos de todos los conos máximos envolventes (fig. 10). Tensiones internas irregularmente distribuídas por la

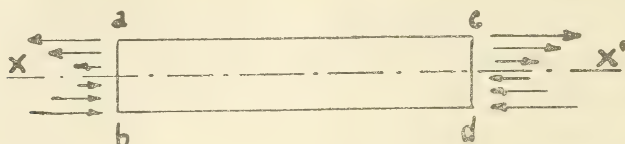


Fig. 10.

diferente cohesión, al alcanzar ciertos puntos donde ésta fuera menor —por irregularidades de sedimentación u otras razones—, habrían ocasionado roturas en la materia solicitada por tales tensiones, tendiendo a romperse en forma de abanico en todos los planos que contengan la recta *A-B* (fig. 11), eje de cada individuo de deformación cónica. Sean *R* y *R'* las tracciones generadas por la fle-

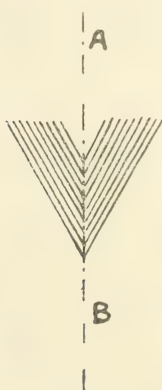


Fig. 11.

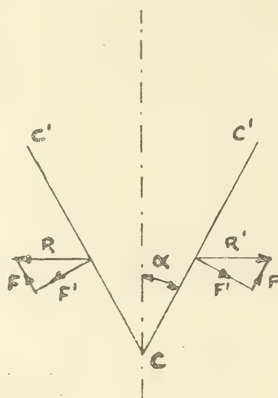


Fig. 12.

xión mamilar del estrato. Estas fuerzas serían descompuestas según *F* y *F'* (fig. 12). La segunda ocasionaría la separación de las generatrices de la deformación cónica, mientras que la primera, *F*, provocaría una compresión secundaria a lo largo de las generatrices *cc'* de la superficie cónica. Esta compresión provocaría

la formación de los anillos o escaloncitos concéntricos que se observan, a veces, en ciertos individuos. La acción de los esfuerzos de tracción en un punto aumentaría con su distancia a la línea neutra. Las componentes F aumentan con esas tracciones y con el ángulo α. Es decir que sus efectos serían mayores en los puntos más apartados de la fibra neutra y podrían anularse en el caso de individuos de pequeño ángulo apical. Es decir que los anillos o escaloncitos (fig. 4) disminuirían en tamaño hacia el vértice de los conos y podrían no existir en individuos de pequeña apertura. Efectivamente, estos hechos fueron verificados en numerosas ob-



Fig. 13.

servaciones realizadas. Fueran determinadas las densidades de las substancias que constituyen las texturas de deformación cónica propiamente dicha y de la parte supuesta como afectada por compresiones, según la hipótesis establecida, habiéndose determinado los valores siguientes:

parte abajo de la línea neutra .... $d = 2{,}45$
parte constituyente de los conos ... $d = 2{,}17$

Parecería, por lo expuesto, que la densidad mayor corresponde a la parte considerada comprimida por los esfuerzos generadores de las texturas de deformación cónica y densidad menor correspondería a la parte tendida. Es decir que en la parte comprimida exis-

tiría una mayor compacidad de la materia. Los individuos de formación cónica estarían constituídos por una serie de conos so-

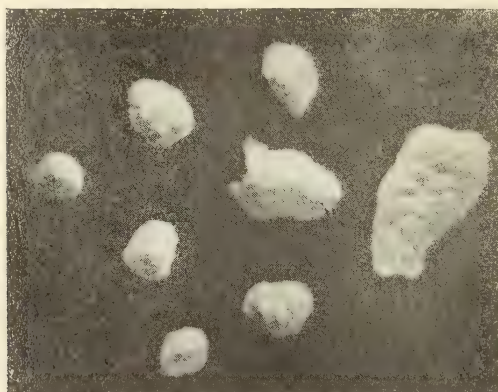


Fig. 14.

brepuestos (fig. 13), algunos de los cuales tendrían sus superficies arrugadas por los anillos concéntricos. Los intervalos entre esos co-



Fig. 15. — Corte transversal mostrando la posible línea (neutra) de separación de la parte tendida A de la comprimida B.

nos cuando están suficientemente apartados, podrían ser rellenados por una película de material sedimentario y también permitirían la circulación de líquidos con cierto poder de disolución. En el primer caso formarían ciertas películas o escamas de arcillas u otros materiales que suelen observarse en ciertos individuos. En el caso de haber circulación de líquidos con cierto poder de disolución, ésta ocasionaría los huecos que suelen presentarse. La deformación cónica formada por las razones expuestas en áreas de magnitud variable, continuaría recibiendo la sedimentación, y los huecos creados por la formación de sus individuos, recibirían el relleno ocasionado por los sedimentos caídos en ellos (figura 4). Al mismo tiempo que las tensiones superiores a la fibra neutra, ocasionadas por los esfuerzos de tracción, originarían las deformaciones cónicas, los esfuerzos de compresión inferiores a aquella línea ocasionarían un aumento de cohesión en los estratos inferiores y aumentarían su esquistosidad, arrugamiento, etc. (fig. 15).

Agradecimiento. — Al terminar este estudio, el autor agradece la colaboración de los señores: Ing. Angel Orbea, Prof. Ing. Juan Victoria, Prof. Dr. Gerardo Fernández, Prof. Ralph Bridge, señor José Barcilon y Srta. Fernández. También se agradece la autorización de publicación concedida por el Sr. Director de Minas de la Nación.

CONCLUSIONES

Después de varias consideraciones el autor concluye que los cone-in-cone, para los cuales propone el nombre de deformaciones cónicas, serían preferentemente formados por esfuerzos normales a la estratificación que produciendo una flexión « mamilar » de los sedimentos, ocasionarían tracciones que alcanzando el límite de elasticidad de la roca mal consolidada provocarían roturas en forma de conos invertidos, teniendo éstos los vértices en los puntos donde esas tracciones fueran mínimas. Estas tracciones, descomponiéndose, habrían ocasionado esfuerzos según las generatrices de las superficies cónicas que por compresión habrían generado las estrías semejantes a anillos, nervaduras circulares o escaloncitos, que serían observados en los conos de menor ángulo apical y disminuirían en tamaño al aproximarse al vértice. Las grietas formadas por las roturas que constituirían las superficies cónicas, habrían sido relle-

nadas por líquidos con poder de disolución o por una película de arcilla u otro material sedimentario. Estos también llenarían posteriormente las depresiones cónicas propiamente dichas.

CONCLUSIONS

Après diverses considérations l'auteur conclu que les « cone-in-cone » pour lesquels il propose le nom de « déformations coniques » seraient vraisembrablement formées par des efforts perpendiculaires à la stratification qui, en produisant une flexion « en mamelons » des sédiment, auraient occasionné des tractions atteignant la limite d'elasticitéd de la roche mal consolidée, produisant ainsi des ruptures en forme de cônes inversés dont les sommets se situent aux points de moindre intensité des tensions. Les tractions auraient occasioné, par leur décomposition, des efforts suivant les génératrices des surfaces coniques, qui par compression formeraient des stries ou anneaux, nervures circulaires ou gradins qui s'observent sus les cônes d'angle au sommet faible, et dont la valeur va en diminuant en s'approchant du sommet. Les crevasses engendrés par les ruptures formant les surfaces coniques se seront remplies de liquide à pouvoir dissolvant ou bien de couche d'rgile ou autres matériaux sédimentaires. Ceux-ci rempliraient postérieurement las dépressions coniques proprement dites.

CONCLUSIONS

Following several considerations, the author reaches the conclusion trat the « cone-in-cone » structure for which he proposes the name « conical deformations » would be formed by stresses acting normally to stratification, thus originating a « mammillary flection » of sediments that would cause tensions which, upon reaching the elastic limit of poorly consolidated rocks, would have lead to ruptures with the appearance of inverted cones, these having the apexes at the points were those tensions were smallest. These tensiones, resolving, would have originated stresses along the generatrixes of the conical surfaces which by compression, would have originated striae similar to rings, nervation or little steps that may be observed on the cones of smallest apical angles diminishing in size on approaching the apexes. The clefts formed by ruptures which cons-

titute the conical surfaces would have been filled with dissolvent liquids or with a film of clay or othed sedimentary material.

Bibliografia

1. Denaeyer, Marcel E. — « Les cone in cone de la France Metropolitaine y d'outre mer ». Tomo LXVI del *Bulletín de la Société Francaies de Mineralogie.* Enero a junio de 1943, págs. 173-221.
2. Alves da Silva. — « Exploración geológica-minera de los sulfatos de Calingasta ». Dirección Nacional de Minería. Argentina, 1953.
3. Denaeyer, Marcel E. — « A propos des gradins concentrique propres a la structure cone-in-cone ». *C. R. Soc. Heol. Francaise,* nº 11, pág. 154.
4. Twenhofel, W. H. — « Principles of sedimentation », 2nd. ed., 1950, págs. 605-611.
5. Angelelli y Trelles. — « Las Alumbreras de Rodeo y Barreal ». *Boletín de Obras Sanitarias de la Nación Argentina.* 1938.
6. Fernández, Dr. Gerardo. — Estudio microscópico realizado.
7. Lacroix, A. — « Mineralogie de Madagascar ». París, 1923.
8. Richardson, W. A. — « Petrology of the shales with beef ». *Quart. J. Geol. Soc.* 79, 1923, págs. 88-89.
9. Shaub, B. M. — « The origin of cone-in-cone ». *Am. J. Sci.* 34, 1937, págs. 331-334.
10. Bonte, A. — « Sur l'origine sedimentaire de la structure cone-in-cone ». *C. R. Ac. Sci.* Tomo 214, 1942, pág. 498.
11. Tarr, W. A. — « Treatise of sedimentation ». 2nd. ed., 1932, págs. 716-733.

DIFUSION GEOGRAFICA DE FRUTALES EN EL CHACO ARGENTINO (*)

POR LOS INGENIEROS AGRÓNOMOS

ARMANDO L. DE FINA Y ANTONIO J. GARBOSKY

De los 12 frutales (cacao, ananás, banano, limonero, datilera, olivo, higuera, vid, nogal, duraznero, peral, manzano) cuya difusión geográfica estableció el Instituto de Suelos y Agrotecnia básicamente en 1946, sobre 42 localidades del Chaco argentino (Formosa, Presidente Perón y N. E. de Santiago del Estero), sólo 3 acusaron un comportamiento satisfactorio, por lo menos en algún sector del área estudiada.

Ellos son: el banano en el extremo nordeste de Formosa; el limonero en Formosa y Presidente Perón, cerca del río Paraguay en ambas divisiones políticas; la higuera en la esquina de Presidente Perón limítrofe con Santiago del Estero y Santa Fe.

Las causas que, aisladamente o combinadas, se oponen al buen comportamiento de los frutales restantes son:

a) presencia de algunas heladas invernales, que dañan o destruyen las plantas muy sensibles a los fríos, por ejemplo, cacao;

b) falta de un invierno definido, para los cultivos muy exigentes en frío, ejemplo, manzano;

c) verano caluroso en exceso, para las plantas que sufren por efecto de las temperaturas persistentemente muy elevadas, ejemplo, nogal;

d) semestre cálido demasiado húmedo, para los cultivos que requieren una pronunciada sequedad atmosférica estival, ejemplo, palmera datilera.

(*) Comunicación presentada el 29 de Agosto de 1952 al Grupo de Ciencias Naturales de la Sociedad Científica Argentina.

NOTAS COLEOPTEROLOGICAS VI

POR

ANTONIO MARTINEZ

Una nueva especie de *Cyclocephala,* con notas sobre *Cyclocephala borealis* Arrow (Col. Scarab. Dynastinae)

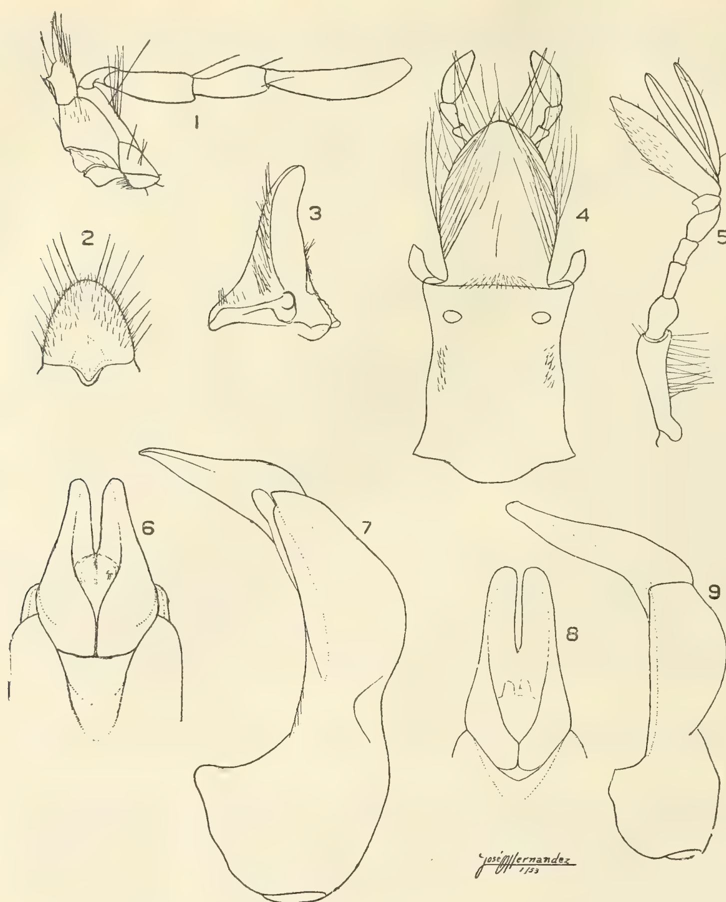
Motiva este trabajo la descripción de una nueva especie de *Cyclocephala,* encontrada en grandes cantidades en varios Partidos del Sud de la Provincia de Buenos Aires y parte Este de la Provincia Eva Perón y conocida en algunos lugares como « isoca de los palos ».

El insecto de referencia, del que conozco únicamente ♂♂, aparece al crepúsculo, agrupándose sobre los tallos de los cereales y en los postes y varillas en grandes cantidades y, debido a la circunstancia de la hora de su aparición, la he denominado:

Cyclocephala crepuscularis sp. n. (Figs. 1 a 7 y 10)

Diagnosis. — *Cyclocephala modesta y setosa* Burmeister afín; difiriendo de la primera por la distinta escultura de la cabeza, pronoto y élitros; forma más redondeada y corta del escudete y puntuación; ancho de la maza antenal; largo del 5º segmento abdominal y revestimiento de pelos y cerdas de la región ventral; también los genitales masculinos difieren, siendo los parámeros de la nueva especie, en figura de conjunto, más cortos y triangulares, de bordes laterales ligeramente cóncavos y ápice más aguzado, mientras que en *modesta* son proporcionalmente más largos y menos anchos, con los bordes laterales, por lo menos distalmente, algo convexos y el ápice más redondeado (Ver figuras adjuntas); además se reconoce a primera vista por la coloración del occipucio, que en la nueva especie es del color general de la cabeza, mientras que

en *modesta* es negro. De *setosa* se separa, además de por la escultura general del cuerpo, por la presencia, en la especie de Burmeister, de puntos pelíferos en los élitros.



FIGS. 1-7. — *Cyclocephala crepuscularis* sp. n. ♂

1. Maxila y palpos (norma dorsal). 2. Labro (norma ventral). 3. Mandíbula (norma dorsal). 4. Mentón, submentón, labio y palpos (norma ventral). 5. Antena. 6. Parámeros (norma dorsal). 7. Armadura genital (falobase) (norma lateral).

FIGS. 8-9. — *Cyclocephala modesta* Burmeister ♂

8. Parámeros (norma dorsal). 9. Armadura genital (falobase) (norma lateral). Los dibujos fueron efectuados con Lupa binocular "Zeiss", con oculares 8× y y objetivos 2×, 4× y 12×.

Color general amarillo castaño, ventralmente más claro y con el borde clipeal, una pequeña mácula lateral en el pronoto, borde

lateral de las tibias anteriores y región articular de fémur- tibia algo más oscurecidos o negruzcos; pelosidad que recubre las diferentes regiones del insecto amarillento dorada. Cabeza poco más ancha que larga, el borde clipeal anguloso y levantado medialmente, sobre la frente y en el límite clipeal con surco irregular;



FIG. 10. — *Cyclocephala crespuscularis* sp n. ♂

región ventral con el labio en triángulo curvilíneo y con la cara inferior convexa, los palpos con el apical muy largo; los palpos maxilares anormalmente largos; antenas 9-articuladas. Pronoto con la superficie convexa regularmente micropunteada. Prosterno con el tubérculo prosternal postcoxal notable, pero no muy saliente. Mesonoto con el escudete en forma de lengüeta; élitros con estrías

irregulares, punteadas y solamente notables con algún aumento. Metasterno con surco longitudinal marcado en la región medial, a ambos lados de éste, punteado microscópicamente. Patas con las tibias anteriores tridentadas en el borde lateral, el diente proximal pequeño; tarsos de todas las patas más largos que la tibia respectiva. Abdomen con el 5º esternito muy largo, del largo o poco más corto que los 3º y 4º sumados. Pigidio muy grande, bien convexo, rugoso irregular y microscópicamente. La región ventral, sobre todo mesosterno, metasterno y abdomen cubiertos de pelos largos y tupidos; el borde lateral de los élitros marginado también con pelos largos.

Descripción. — ♂. *Cabeza*: Doble más ancha que larga incluyendo ojos, el borde clipeal arqueado, ligeramente anguloso (parabólico de los autores) en la región medial y algo levantado y, hacia atrás y afuera continuándose oblícuamente con el borde de las mejillas, el que finaliza en un canto ocular corto, ancho y poco notable, que apenas alcanza a tomar la mitad libre del ojo. Superficie en el clípeo y sobre el borde, a cada lado de la región medial, ligeramente deprimida y por detrás separado de la frente por una sutura transversal ligeramente sinuosa, que también tiene a cada lado de la línea media y sobre la frente, una depresión rasa algo ensanchada de límites poco precisos; la puntuación en el clípeo es irregular y bastante apretada, perdiéndose hacia los bordes, en la frente, mejillas y en parte del occipucio irregular y bastante neta, pero hacia el borde caudal de este último, los puntos se tornan más pequeños y algo más dispersos. Ojos laterales, multifacetados.

Región ventral casi totalmente ocupada por las piezas bucales. Labro con la región libre ovoidal, la faz ventral convexa, la superficie con puntos y pelos largos que también marginan el borde. Mandíbulas simples, la región apical alargada y ligeramente curvada. Maxilas inermes, galea con el ápice romo y cubierta de pelos largos; lacinia más corta y apicalmente más notable que la galea, pero el ápice también romo y poco aparente, la sutura que las separa muy borrosa; palpifer alargado, los palpos muy largos, la relación de los mismos 1:2,4:2:2,8, aproximadamente. Labio inerme, truncado basalmente; la superficie ventral ligeramente convexa y marginada con puntos pelíferos en una zona de ancho más

o menos regular, pero que no alcanza la zona central que es glabra, los pelos son finos y muy largos, habiendo lateralmente otros cortos y poco notables que lo bordean; palpifer dorsal y apical, subcordiforme, los palpos insertos parapicalmente, largos y salientes, el 1º y 2º ensanchados ligeramente hacia el ápice distal y siendo este último poco más largo que el precedente, el 3º es fusiforme, poco más largo que la suma de los 1º y 2º, con el ápice distal terminado en placa membranosa microscópica, la relación de los artículos es 1:1, 4:2,6, aproximadamente. Antenas de nueve artículos, insertas por debajo del borde clipeal y por delante de los ojos, el escapo poco más corto que la suma de los 2º a 6º; 2º artículo globiforme y poco más corto que el 3º; 4º más corto que el 3º; 5º aproximadamente del largo del 2º; 6º corto y discoidal; 7º a 9º formando la maza y decrecientes hacia este último, el 1º lateralmente y la maza con pelos, más tupidos en aquél; los 2º a 6º con algunas cerditas o sin ellas en la superficie.

Tórax: Pronoto trapecial, convexo; ángulos anteriores poco salientes y obtusos, los posteriores sumamente redondeados; bordes finamente marginados: anterior amplia y poco profundamente escotado, laterales y posterior arqueados, visiblemente los primeros y muy levemente éste último. Superficie lateralmente al disco algo irregular, punteada, los puntos microscópicos y más acentuados lateralmente, hacia el disco más tenues y ralos y desapareciendo en la región medial donde se nota, con algún aumento, rastro de surco longitudinal que puede ser liso.

Prosterno en la región anterior ancho y corto, medialmente con fina carena, el borde anterior marginado con pelitos. Región posterior con el tubérculo prosternal poco saliente, romo, el borde caudal peloso.

Proepisternos punteados microscópicamente y cubiertos de pelos que sobresalen algo lateralmente.

Mesonoto con el escudete casi semicircular, la superficie irregular y ralamente esculturada con puntos alargados, sobre todo basalmente. Elitros alargados, con estrías irregulares que pueden ser poco precisas, excepto la sutural, y aquellas, con puntos microscópicos rasos, algo ensanchados y poco notables; interestrías desiguales, casi

planas, algo rugosas transversal y microscópicamente y con puntos irregulares; « tubérculo humeral » algo notable, alargado; epipleuras angostas, cubiertas con pelos largos.

Mesosterno subcordiforme, punteado microscópicamente y con pelos finos en la superficie, que son semejantes a los que también hay en mesoepisternos, metasterno y metaepisternos.

Mesoepisternos ensanchados, punteados microscópicamente, pelosos.

Metasterno en la placa surcando longitudinalmente, el surco impreso; lateralmente a éste con puntos microscópicos y cubiertos lateralmente con pelos largos y muy tupidos.

Metaepisternos alargados y con escultura y ornamentación semejante a la del metasterno lateralmente.

Patas anteriores con las coxas ventral y anteriormente punteadas microscópicamente y con algunos pelos, la región de inserción trocantérica con el borde anterior saliente en ligera cresta curvada; trocánteres en la cara ventral con pelitos finos; fémures dorsal y ventralmente con pelos largos y finos; tibias trigonas, cortas, el borde lateral tridentado, los dientes aguzados y el proximal el más pequeño y poco aparente, y el distal el más grande, el borde medial arqueado ligeramente y con pelos y cerditas y casi sobre el ápice distal con un espolón corto, recto y fino; tarsos con el 1$^{er.}$ artículo alargado, algo ensanchado distalmente, 2º a 4º triangulares, cortos, 5º muy largo y en arco, engrosado notablemente con respecto a los precedentes y con dos uñas disímiles y curvas, siendo la medial más robusta e incisa ligeramente en el ápice y la lateral simple, « onychium » con dos cerdas largas, todos los artículos con cerditas robustas ventralmente, en el dorso de los cuatro primeros y sobre la inserción de las uñas del apical con algunos pelos finos y largos. Patas medias con las coxas en la cara ventral lisas y glabras, excepto sobre una franja corta y estrecha súpero externa, donde hay algunos puntos microscópicos y cerdas cortísimas; trocánteres con el borde caudal marginado con pelos; fémures y tibias aplanados, los primeros ventralmente con puntos microscópicos y pelos largos, teniendo en el tercio posterior un surco transversal punteado y con pelos largos; tibias más cortas que el fémur, sobre el borde lateral con una carena corta y oblicua marginada con cerditas, el ápice coronado con cerditas cortas de aspecto de púas, en la superficie

con pelos y cerditas, más abundantes medialmente, espolones espiniformes, del largo o poco más cortos que el 1er. artículo tarsal; tarsos con el 1er. artículo más corto que el 2º, de éste al 4º en tamaño decreciente, el 5º el más largo de todos y con dos uñas largas, simples, curvadas y aguzadas del largo, poco más o menos, del artículo y siendo la lateral apenas un poco más larga que la medial, el « onychum » con dos cerditas largas, los bordes y caras de los tarsos con pelos que son muy largos y finos en la cara medial y ventralmente. Patas posteriores con las coxas en la cara ventral cubiertas de pelos; trocánteres más ensanchados que los precedentes y el borde igualmente marginado de pelos; fémures más largos y anchos que los medios, también punteados microscópicamente y el surco transversal del tercio posterior más raso y menos evidente; las tibias con poca diferencia con las precedentes, salvo los espolones que son todavía más cortos y algo más anchos; tarsos con el 1er. artículo más corto y ancho, los artículos restantes muy semejantes a los de las patas medias.

Abdomen: Esternitos 1 a 4 sobre la mitad caudal con una hilera transversal de puntos microscópicos que tienen pelos cerdiformes más o menos largos; el 5º y 6º con puntos dispersos y pelos finos y largos y, éste último sobre el borde caudal y en la región medial casi recto o levemente escotado; los bordes laterales de todos con puntuación densa y pelosidad tupida.

Pigidio grande, convexo; la superficie muy fina y ralamente micropunteada, con pelos en la región basal y borde ventral.

Largo: 14,1-11,6 mm; ancho del pronoto: 6,3-5,9 mm; ancho elitral: 7-6,5 mm, aproximadamente.

♀ desconocida.

Ejemplares examinados y habitat: más de 5.000 ejemplares, todos ♂♂ de la Argentina, Provincia de Buenos Aires, Partido de Puán, Estación Felipe Solá, capturados entre los meses de diciembre a febrero. Holotipo ♂ y 100 Paratipos ♂♂ en mi colección; 500 Paratipos ♂♂ en la colección del Sr. Juan Förster de Villa Ballester, Pcia. de Buenos Aires; 5 Paratipos ♂♂ en cada una de las siguientes colecciones: División de Zoología Agrícola del Instituto de Sanidad Vegetal, Dirección de Investigaciones Agrícolas del Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Nación; Museo Argen-

tino de Ciencias Naturales y señores Alberto F. Prosen y Manuel J. Viana, todos de Buenos Aires; Museo Paulista de São Paulo, Brasil y Mark Robinson de Springfield, Del. Penn. y del U. S. National Museum de Washington en los Estados Unidos de América. También de la misma provincia he visto grandes cantidades de ejemplares de los partidos de Tandil, Torquinst, Saavedra, General Lamadrid, Coronel Dorrego, Coronel de Marina Rosales, Bahía Blanca y Villarino y de la provincia Eva Perón de las localidades de Bernasconi, Guatraché y Macachín.

En los ejemplares que he examinado no noté, como en *Cyclocephala modesta,* variación en el número de los artículos antenales, cosa que por otra parte no sería de extrañar. En la especie de Burmeister he constatado ejemplares con nueve, otros con diez y algunos con nueve artículos de un lado y diez de otro.

Las únicas especies afines son las mencionadas en la Diagnosis y sobre todo *modesta,* que tiene un aspecto muy similar y con la que se puede confundir, pero la coloración del occipucio y el mayor brillo y distinta puntuación del pronoto evita un examen más detenido. He visto algunos ejemplares de *setosa* determinados por Burmeister en la Colección Antigua hecha por él en el Museo Argentino de Ciencias Naturales, pero el aspecto y escultura son muy diferentes.

Tiene una cierta similitud con *C. andina* Brethes y *C. borealis* Arrow, pero la distinta articulación de las antenas, diez en éstas que además tienen una maza anormalmente ancha, las distingue inmediatamente.

Cyclocephala borealis Arrow, 1911

El nombre de *borealis* fué propuesto por Arrow para *C. villosa* Burm. en 1911 y no en 1937 como lo indica Saylor en 1945, puesto que si hubiese sido de esa última fecha, se tendría que haber sustituído *borealis* por su sinónimo *parallela* Casey, que fué publicado en 1915.

Por consiguiente, para evitar error de interpretación de fechas que podrían dar lugar a cambios, que únicamente llevarían a aumentar la confusión ya existente por la numerosa cantidad de nombres genéricos y específicos dados a los componentes de éste tan similar, a primera vista, pero heterogéneo género, hago la siguiente

nota, dando a continuación la principal bibliografía de la especie que he podido fichar.

1847, *Cyclocephala villosa* Burmeister (no Blanchard, 1846), Handb. Ent. 5 : 54.
1863, *Cyclocephala villosa* Le Conte (no Blanchard, 1846), New Spec. Col. 1 : 79.
1910, *Cyclocephala villosa* Blatchley (no Blanchard, 1846), Ann Illustr. Descr. Cat. of Col. or Beetles, known to ocurr in Indiana: 989-990, fig. 408.
1911, *Cyclocephala borealis* Arrow, Ann. Mag. Nat. Hist. (8) 8 : 172.
1915, *Ochrosidia parallela* Casey, Mem, Col. 6 : 143-144.
1915, *Ochrosidia villosa* Casey, (no Blanchard, 1846), Mem. Col. 6 : 146-147.
1918, *Ochrosidia villosa* Hayes (no Blanchard, 1846), Journ. Econ. Ent. 21 : 135.
1937, *Cyclocephala villosa* Saylor (no Blanchard, 1846), Pomona Journ. Ent. and Zool. 39 :69.
1937, *Cyclophala borealis* Arrow in Junk, Col. Cat. 21 (156) : 9.
1937, *Cyclocephala parallela* Arrow in Junk, Col. Cat. 21 (156) : 14.
1940, *Cyclocephala villosa* Sanderson (no Blanchard, 1846), Ann. Soc. Ent. Am. 33 : 382.
1941, *Cyclocephala* (*Ochrosidia*) *borealis* Johnson (no Blanchard, 1846), Journ. Agr. Research 62 (2) : 79-86, fgs.
1944, *Cyclocephala borealis* Richter, Kent. Exp. Stat., Bull. 467 : 18, fig. 67.
1945, *Cyclocephala borealis* Saylor, Journ. Wash. Acad. Sc. 35 (12) : 382, 385.

Para finalizar agradezco al Sr. Manuel J. Viana, entomólogo del Museo Argentino de Ciencias Naturales, por la facilitación de consulta de las colecciones Antigua y Bruch, Dr. Henry F. Howden del North Carolina State College en Raleigh, N. C., Estados Unidos de América, por el envío de los trabajos de Saylor y señores José O. Hernández y Alfredo Caramés por los dibujos y fotografías que ilustran el trabajo.

NOTICIARIO

Tercera Convención Panamericana de Valuaciones. — El Comité Argentino de la III Convención Panamericana de Valuaciones a celebrarse del 10 al 16 de octubre próximo, en la ciudad de San Pablo, Brasil, como uno de los actos de la conmemoración del IV centenario de su fundación, invita a los Técnicos a adherirse y les solicita el valioso aporte de trabajos de la especialidad, los que deberán ajustarse al reglamento de la Convención. Puede consultarse este reglamento en la Gerencia de nuestra Sociedad o en la sede del Comité, Paraguay 1535, Buenos Aires, edificio de la Sociedad Central de Arquitectos.

El Comité esta constituído así: Ing. Enrique Espina, presidente; Arq. Alfredo Williams, vicepresidente; Ing. Jorge E. Wauters, secretario; Arq. Angel Vega Olmos, tesorero; Ing. Guillermo E. Ahumada, Ing. Camilo E. Botto, Ing. Agr. Delio Demaría Masey, Ing. Rafael Mora, Ing. Enrique Moresco, Arq. Bartolomé Repetto, Arq. Raúl Repetto, Ing. Ind. Celesino Rodrigo, Ing. Guillermo Senillosa e Ing. César A. Trebino, vocales.

Libros ingresados a nuestra biblioteca. — Remitidos por Lateinameriskanische Bibliothek, Berlín-Laukwitz, Alemania, y en canje con nuestros « Anales », se han recibido los siguientes libros:

Tait, Samuel W. The Wilcatters. An informal history of oil-hunting in America, 1946; *Rinde, Charles A.* Electricity and its application to civilian and military life, 1944; *Partington, J. R.* A college course of inorganic chemistry, 1939; *Dietz, David.* Atomic energy in the Coming Era, 1945; *Stokley, James.* Electrons in action, 1946; *Magie William Francis.* A source book in physics, 1935; *Goldston, Iago.* Behind the Sulfa Drugs. A short history of chemotherapy, 1943; *Weidenreich, Franz.* Apes giants and man, 1946; *Hinsie, Leland E.* The person in the body. An introduction to psychosomatic medicine, 1945; *Luhr, Oventon.* Physics tells why. An explanation of some common physical phenomena, 1944; *Eby, George S. - Waugh, Charles I. - Welch, Herbert E. - Buckingham, Major Burdette H.* The physical sciences, 1943; *Lobeck, A. K. and Tellington, Wentworth J.* Military maps and air photographs, 1944; *Sumner, Francis H.* The life history of an American Naturalist, 1945; *Croneis, Carey - Krumbein, William C.* Down to earth. An introduction to Geology, 1946; *White, Marsh W. - Manning, Kenneth V. - Weber, Robert L. - Cornett, R. Orin - and others.* Practical physics. Industrial Series, 1943; *Jürgens, Adolf (Herausge geben von...).* Ergebnische deutscher Wissenschaft. Eine biblio-

graphische Auswald aus der deutschen wissenschaftlichen literatur der jahre 1933-1938, 1939; *Reason, H. A.* The road to modern science, 1945; *Dietz, David.* The story of science, 1942; *Meyer, Jerome S.* The A.B.C of physics, 1944; *Ray Moulton, Forest.* The autobiography of science, 1945; *Beebe, William.* The book of naturalists. An anthology of he best natural history, 1944; *Howells, William.* Mankind so far. The American Museum of Natural History (Science Series), 1945; *Fenton, Carroll Lane - Fenton, Mildred Adams.* The story of the great geologist, 1945; *Dunlap, Orrin E.*, Radio's 100 men of science. Bibiographical narratives of pathfinders in electronics and television, 1944; *Dampier, Williams Cecil.* A shorter history of science, 1945; *Hawley, Gessner G.* Seeing the invisible, 1945; *Ratcliff, John D.* Science year book of 1944, 1944; *Ratcliff, John D.* Science year book of 1945, 1945; *Tionbie, W. H.* Essentials of electricity. An introductory texbook for school and shop, 1931; *Devoe, Alan.* Lives around us. A book of creaturely biographies, 1942; *Smith, Ella Thea.* Exploring biology, 1943; *Pearson, Thomas Gilbert.* Adventures in bird protection, 1937; *Kaempffert, Waldemar.* Science today and tomorrow (second series), 1945; *Anfrews, Roy Chapman.* Meet your ancestors, 1945; *Valier, Max.* Los enigmas del reino solar solucionados según la teoría de la cosmogonía glacial sostenida por el Ing. Hörbiger, 1924; *Flechtner, Hans Joachin.* El mundo en la retorta. Una química moderna para todos (traducción por Casimiro Brugués); *Gheyselinck, R.* La tierra inquieta. Una geología para todos. (Traducción de José Castells); *Herrera, Fortunato L.* Chloris Cuzcoensis, 1926. *Montemagno, Francisco.* Existencia de la rickettsiosis conjuntival en los rumiantes de Guatemala, 1949; *Byers, Horace Robert.* General Meteorology, 1944; *Petterssen, Sverre.* Introduction to Meteorology, 1941; *Conrad, Victor.* Methods in Climatology, 1944; *Tannehill, Ivan Ray.* Weather aroucind the world, 1945; *Abrams, Talbert.* Essentials of aerial surveying and photo interpretation, 1944; *Heene, Erwin J.* Diccionario de electricidad y telecomunicación. Español-alemán. Alemán-español, 1940; *Heinze, Edwin P. A.* Tú y el motor. Los secretos del motor al alcance de todos. (Traducción por José M. Soler Carreras); *Moreno Luque, Juan.* Algunas normas sobre alimentación humana y sobre economía agrícola, ganadera y forestal, 1939; *D. Van Nostrand* Company. Scientifc Encyclopedia - Aeronautics - Astronomy - Botany - Chemistry - Engineering - Geology - Mathematics - Medicine - Mineralogy - Navigation - Physics - Zoology, 1944; *Ramón y Cajal, Santiago.* Cahiers biographiques II, 1952; *White, Marsh William.* Experimental College Physics. A Laboratory Manual, 1940; *Webster.* Webster's Stridents Dictionary for upper school levels, 1943.

Los libros que se enumeran a continuación han sido remitidos por la Comisión Protectora de Bibliotecas Populares con sede en Buenos Aires.

Sranley Jevons, W. Los principios de las ciencias. Lógica del método científico (traducción por Carlos E. Prélat) 1946; *Earl Sears, Minie.* Lista de encabezamientos de materias para bibliotecas menores. Con símbolos de la clasificación decimal por Isabel Stevenson Monro, 1949; *Spencer Jones, H.* La vida en otros mundos (traducción del inglés por Pastora Sofía Nogués

Acuña), 1944; *Reinhart, Remberto.* Psicología animal. La manifestación psíquica en los animales y su alcance, 1944; *Vailati, Juan.* Contribución a la historia de la mecánica (traducción del italiano por Hugo Incarnato), 1947; *Santaló Sors, Luis.* Historia de la aeronáutica, 1946; *Whittlesey, Derwent,* Geografía política (traducción por Julio Le Riverend), 1948; *Lewis, Warren K. Squires, Lombard - Broughton, Geoffrey.* Química industrial de los materiales coloidales y amorfos, 1942; *Einstein, Albert - Infeld, Leopold.* La física aventura del pensamiento. El desarrollo de las ideas desde los primeros conceptos hasta la relatividad y los cuantas, 1950; *Wendt, Gerald.* La ciencia en el mundo de mañana (traducido del inglés por José Novo Cerro), 1942; *Prélat, Carlos E.* Química pura, 1952; *Leigh Eidinoff, Maxwell-Ruchlis, Hyman.* Energía atómica. Presente y futuro, 1951; *Russell, E. S.* La finalidad de las actividades orgánicas (traducido por Juan Luis De Angelis), 1948; *Petterssen Sverre.* Introduccin a la meteorología (versión castellana de Otto Schneider), 1947; *Alsina Fuertes, Fidel - Prélat, Carlos E.* El mundo de la mecánica. (La faz mecánica de los fenómenos. Aplicaciones de la mecánica), 1951; *Descartes.* La Geometría (traducción por Pedro Rossell Soler), 1947; *Tannery, Julio.* Ciencia y filosofía. Con un juicio crítico por Emilio Borel. Traducido por Juan Luis De Angelis, 1946; *Navarro, Antonio.* Lecciones de clínica médica, tomo 1º, 1950; *Blondel, Charles.* La personalidad. Versión castellana dirigida por Clotilde Guillén de Rezzano, 1950; *Cable, Emmet James - Getchell, Robert Ward - Kadesch, William Henry.* La ciencia. Motor y engranaje en un mundo que cambia. La física y sus realizaciones. Traducción por Carlos E. Prélat, 1947; *Valenciano, Ovidio A.* Guía práctica de análisis bromatológicos. Vol. I: Aceites, Agar-agar; Aguas, Aire ambiente, Alcoholes, 1946; *Toranzos, Fausto I.* Introducción a la epistemología y fundamentación de la matemática. Con prólogo y un apéndice sobre « La investigación matemática » por J. Rey Pastor, 1943; *Hunt Morgan, Thomas.* La base científica de la evolución. Traducido del inglés por Carlos M. Reyles, 1943; *Guasch Leguizamón, Jorge.* Galicismos aceptados, aceptados y vitandos, 1951; *Ssina Gibb, Andrew.* Buscando la salud mental. Una psicología sobre las ideas de Yung, 1951.

Nuestra Sociedad ha agradecido expresivamente el envío de todos estos libros, particularmente bienvenidos en estos momentos en que los fondos sociales, según es notorio, no permiten realizar adquisiciones a título oneroso.

ANALES
DE LA
SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA

DIRECTOR: ALBERTO G. URCELAY

ABRIL-MAYO-JUNIO 1954 — ENTREGAS IV, V y VI — TOMO CLVII

SUMARIO



BUENOS AIRES
AVDA. SANTA FE 1145

1954

ADVERTENCIA.— Los colaboradores de los Anales son personalmente responsables de la tesis sustentada en sus escritos. Tienen derecho a la corrección de dos pruebas. Los que deseen tirada aparte de 50 ejemplares de sus artículos, deben solicitarla por escrito. Artº 10 del Reglamento de los "ANALES" (modificado por la J. D. en su sesión de fecha 4 de septiembre 1941). Los escritos originales destinados a la Dirección de los "Anales", serán remitidos a la Gerencia de la Sociedad, avenida Santa Fe 1145, a los efectos de registrar la fecha de entrega para luego enviarlos al señor Director. La Sociedad no tomará en consideración las observaciones de los autores que se refieran a cualquier anormalidad, si no se ha cumplido con el requisito indicado.

Impreso en los Talleres Gráficos "TOMAS PALUMBO" - La Madrid 311-325 - Buenos Aires

THERIODONTE EN EL TRIASICO DE MENDOZA

POR

JOSE LUIS MINOPRIO (*)

I. INTRODUCCIÓN. — Al interesante grupo de Estegocéfalos descriptos por Cabrera (1944) y por Rusconi (1948-1951) para el Oeste de la ciudad de Mendoza y el *Rigalites ischigualastianus* v. Huene, reptil descripto por von Huene en la « Quebrada de los Rastros », pique Wilson, y dado a conocer también por Frenguelli (1948), similar al otro descripto por Rusconi (1952) en « Las Higueras », Dto. Las Heras, Mendoza, hay que agregar el muy interesante fósil descripto en esta comunicación y del que tuve conocimiento de un modo verdaderamente raro: en efecto, fuí informado de que en el frente de una casa recién construída, en una roca de ornamentación estaba incluída la mandíbula de un fósil, aparentemente un mamífero. Conociendo que estas rocas son casi todas de edad Triásica pude deducir, *a priori*, que sólo se trataría de una mandíbula «mamiliforme», muy posiblemente del grupo de los reptiles carniceros. Trasladado al lugar pude constatar que, efectivamente, se trataba de una mandíbula de un Theriodonte.

Los theriodontes son en el aspecto filogenético, como se sabe, el grupo más evolucionado hacia los mamíferos de los reptiles Theromorfos; pero aún dentro de estos mismos Theriodontes (los que ya se caracterizan por tener una dentición bien diferenciada, cráneo mamiliforme, hueso cuadrado reducido, agujeros obturadores y húmeros y fémures verticales) el fósil motivo de esta comunicación está incluído entre los ejemplares más evolucionados de este grupo y sólo puede relacionarse con los fósiles encontrados por Broom (1932) en el Triásico y Rhético del Africa Austral.

(*) De la Seccional Mendoza de la Sociedad Científica Argentina.

Muy lamentablemente, la pieza es incompleta para poder llegar a una determinación exacta, pues le falta la parte superior de la corona de la dentadura y también el resto del cráneo, lo que es imprescindible para completar la clasificación, pero, sin embargo, ella es lo suficientemente importante como para considerarse una pieza excepcional, dada la escasez de este grupo de fósiles y las deducciones filogenéticas y cronológicas que de él se pueden sacar.

II. Ubicación del banco fosilífero. — La roca que contiene el fósil es una arenisca gris amarillenta, cuarzosa, calcárea, con granos de feldespato altamente alterados y de tamaño mediano a grueso, que proviene de la cantera llamada « Obligación », en la « Cuchilla de las Vacas », a 2.200 m, la que se encuentra a 20 kilómetros al Oeste de la ciudad de Mendoza, un poco al Noroeste

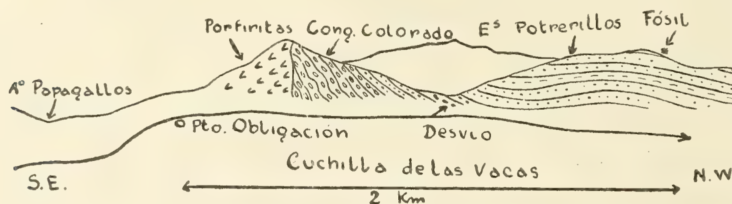


Fig 1.

del llamado « Cerro Bayo », cuyo camino hay que seguir. Desde este cerro se continúa hasta el llamado « Puesto de la Obligación » y desde allí se sigue 2 kilómetros siempre al Noroeste, por el arroyo seco hasta llegar a las canteras. Para ir exactamente al punto de extracción de esta roca hay que tomar un desvío al Oeste y abordar el cerro por su faldeo del poniente.

Como se objetiva en el corte adjunto (Fig. 1), al afloramiento de porfiritas pseudoestratificadas, muy típicas de esta región, sigue, en discordancia angular, un conglomerado colorado, el que está cubierto, en concordancia aparente, por los llamados « Estratos de Potrerillos », pues aquí, en esta zona, faltan los llamados « Estratos de las Cabras », que son subyacentes a los « Estratos de Potrerillos ». Los « Estratos de Potrerillos » están constituídos por areniscas calcáreas y tobáceas de colores grises claros que, en esta región, tienen un desarrollo de cerca de quinientos metros; pero es en sus capas inferiores donde está ubicada el manto de donde se extrajo el fósil en cuestión.

Grandes mantos, casi horizontales, son motivo de una intensa explotación con la finalidad de conseguir lajas para el revestimiento de los edificios y su explotación puede hacerse casi todo el año, salvo en los contados días de temporales de nieve que, en medio del invierno, suelen llegar hasta la ciudad de Mendoza.

En mi visita al afloramiento sólo pude encontrar restos incompletos de *Johnstonia Stelzneriana* (Gein.) Freng. y de *Equisetites* sp., pero Chiotti (1946), en su tesis inédita, cita también para esta región « impresiones de escamas de reptiles», y unos doscientos metros más arriba él mismo encontró casi toda la flora fósil que Frenguelli ha descripto como típica de los « Estratos de Potrerillos ».

III. Descripción del fósil. — La mandíbula, incluída en la arenisca, tiene una longitud de 71 mm, medida desde la parte más anterior del I_1 derecho a la parte posterior de la rama ascendente derecha de la mandíbula, y un ancho de 12 mm entre las caras externas de los caninos y de 46 mm entre la parte externa de lo que se presenta en la roca como caras externas de las ramas ascendentes de la mandíbula. Entre los bordes externos de los últimos molares hay una distancia de 23 mm.

Como se puede observar en la fotografía (Fig. 2) y esquema adjunto (Fig. 3), la fórmula dentaria está constituída por 3 incisivos, un poderoso canino y nueve dientes post-caninos, difícilmente separables dado el estado de la pieza, entre premolares y molores. Del lado derecho esta dentadura está completa, pero del lado izquierdo faltan algunos dientes. Afortunadamente la pieza, en su totalidad, permite dar datos suficientes como para intentar una clasificación dentro de un grupo determinado, con bastantes probabilidades de seguridad.

Los incisivos son cilíndricos, delgados, relativamente largos, con implantación divergente y apretados en su base. Los caninos, como es característico en este grupo, son relativamente poderosos, de sección transversal elíptica, con eje mayor orientado hacia afuera y adelante, recubiertos con esmalte en toda su circunferencia y con las siguientes medidas: 6 mm en su eje mayor y 4,5 mm en su eje menor, todo medido en la base de los caninos.

Continuando hacia atrás, existe una pequeña diastema que marca

una separación entre el canino y el primer molariforme; la amplitud de esta diastema es de 3 mm.



Fig. 2.

Muy posiblemente sean 4 los premolares y 5 los molares, pero, repito, sin poder asegurarlo, porque toda esta dentadura post-canino es de un aspecto similar, sólo que es más desarrollada en las piezas centrales que en ambos extremos. En efecto, los molariformes quintos y sextos, de esta serie, tienen 3,5 mm en sentido antero-posterior y 2,7 mm en sentido transversal, lo que es casi el doble de lo que corresponde al primero y al último molariforme.

Una poderosa rama ascendente se nota a la derecha y en esta pieza recubre al último molar, pero muy posiblemente quizás lo hiciera también con el penúltimo. Esta característica la considero de mucha importancia para su clasificación; en efecto, el grupo de los Ictidosaurios presenta una cresta alveolar, desde donde nacen los últimos dientes, que se aparta del borde súpero-externo de la rama horizontal de la mandíbula, haciendo que esta parte de la

dentadura se encuentre hacia dentro y abajo de este borde súpero-externo, y esto permite que la rama ascendente de la mandíbula pueda cubrir, desde afuera, a los últimos molares. Este fenómeno que se encuentra presente en nuestro fósil está bien objetivado en la Fig. 721 de Boule y Piveteau (1935).

La dentadura, en total, tiene una longitud de 34 mm, medida desde la base del I_1 derecho, cara interna, hasta el borde posterior del noveno molariforme, y la sección antero-posterior de la rama ascendente de la mandíbula, del lado derecho, es de 32 mm, pero es posible que ella fuera un poco más ancha.

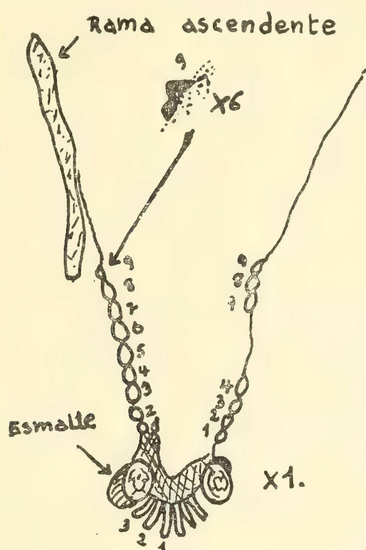


Fig. 3.

El único molar que presenta casi toda su corona es el noveno derecho, en el que pueden apreciarse la existencia de un dentículo central principal y el esbozo de dos dentículos, anterior y posterior, menos desarrollados (esquematizado en aumento $\times 6$ en la Fig. 3).

El fósil, por las características que presenta esta pieza, puede incluirse entre el grupo de los *Ictidosaurios,* principalmente por la cresta interna que da implantación a los molariformes, por su dentición bien diferenciada en incisivos, caninos carniceros y molariformes de sección basal elíptica, presentando el único molariforme, el último molar, más o menos completo, un dentículo principal

central y dos esbozos de dentículos, anterior y posterior. Comparado, en cambio, con las especies descriptas por Broom (cit.) para Sud Africa, tiene en contra la mayor talla que las especies africanas. En cuanto al número de incisivos y presencia o ausencia de diastema post-canino no es característica fundamental para este grupo (por lo demás poco ordenado y sistematizado, debido al escaso número de especies conocidas). En las especies que aparecen figuradas en Boule y Piveteau, se observa que en *Paghygenelus* existen 2 incisivos, una gran diastema post-canino y 6 dientes molariformes; en cambio en *Karoomys,* otro *Ictidosaurio,* hay 4 incisivos, no hay diastema y existen 12 molariformes. Con *Gomphognatus kannemeyeri,* un Cynodonte, con quien lo compara el doctor Colbert, en correspondencia particular, presenta la analogía de tener igual número de incisivos y diastema post-canino, aun cuando presenta un mayor número de molariformes; pero en el presente caso no puede llegarse a una diagnosis diferencial segura porque nuestra pieza es insuficiente, dado que la diferenciación y caracteres típicos de los *Cynodontes* están en la existencia de dos cóndilos occipitales y en la ausencia de perforaciones paulatinas, cosa que en nuestro fósil no puede aclararse, debiendo atenernos aquí solamente a los caracteres de la mandíbula y esta es —como se ha dicho— típicamente de un *Ictidosaurio.* Por las anteriores razones se da la siguiente diagnosis:

. THERIODONTES

ICTIODIOSAURIOS

Colbertia muralis [1] Nov. Gen., Nov. Sp.

Horizonte « Estratos Potrerillos », Triásico medio.

Localidad Canteras de la Obligación, Cuchilla de las Vacas, 20 Km al oeste de la ciudad de Mendoza.

IV. CONCLUSIONES. — La presencia de un Theriodonte en el Triásico de Mendoza es un aporte fosilífero que considero de interés por sus posibles deducciones en la cronología de estos terrenos y en las correlaciones con las otras faunulas del Gondwana.

(1) Nuevo género dedicado al Dr. Edwin H. Colbert, del Museo Americano de Ciencias Naturales de Nueva York, especialista en reptiles de esa institución, de la cual siempre he tenido una valiosa y desinteresada colaboración y asesoramiento. La especie recuerda las circunstancias de su descubrimiento.

SUMMARY

It describes a new fossil found in the lower beds of the « Estratos de Potrerillos » (*Potrerillos'strata*), Midlle Triassic to the west of the city of Mendoza. In this region an interesting collection of Triassic fishes, amphibians and remain of reptiles have been found. The new fossil-strangely enough- belongs to the group of Theriodonts, very probably an ictidosaur. A more exact determination cannot be arrived at as only a part of the jaw is known; however, its discovery is considered highly important for its philogenetic value, for the few known specimens of these fossils and as an indication for further searches.

BIBLIOGRAFÍA

BOULE, M., et PIVETEAU, J. 1935. — « Les Fossiles », pp. 424-426. Masson. Ed. París.

BROOM, R. 1932. — « The mammal-like reptiles of South Africa and the origin of mammals ». Witherby Ed. London.

CABRERA, A. 1944. « Sobre un Estegocéfalo en la provincia de Mendoza». *Not. Mus. La Plata.* T. IX Paleont. N° 69.

CHIOTTI, O. 1946. — « Estratigrafía y tectónica del oeste de la ciudad de Mendoza y Las Heras ». Tesis inédita. Univ. Córdoba. Argentina.

FRENGUELLI, J. 1944. — « Estratigrafía y edad del llamado *Rhético* en la Argentina ». GAEA. T. VIII, pp. 156-309.

RUSCONI, C. 1948. — « Nuevo reptil estegocéfalo del triásico de Mendoza ». *Rev. Mus. Hist. Nat. Mendoza.* Vol. II, pp. 203-206.

RUSCONI, C. 1951. — « Laberintodontes Triásicos y Pérmicos de Mendoza ». Ibidem. Vol. V, pp. 71-150.

RUSCONI, C. 1952. — « Rastros de patas de reptiles Pérmicos de Mendoza ». *Rev. Soc. Hist. y Geografía de Cuyo,* T. III, pp. 44-53. Mendoza.

FUNGOCINA. ANTIBIOTICO SINTETIZADO POR BACILLUS SUBTILIS (*)

POR

AUGUSTO P. CERCOS (**)

La fungocina es uno de los numerosos antibióticos producidos por *B. subtilis.* El procedimiento de obtención y purificación, así como algunas de sus propiedades físico-químicas y biológicas han sido ya descriptas en diversos trabajos (Cercós (1950-1951 a-b), Cercós y Castronovo (1951) y Cercós (1952); en el presente daremos a conocer los resultados de las últimas investigaciones que se realizaron con la fungocina, tales como: I°) Procedimiento para su mayor purificación, II°) Obtención del picrato de fungocina, III°) Estudio « in vitro » de la actividad lítica de este antibiótico sobre los eritrocitos del conejo.

METODOS Y RESULTADOS OBTENIDOS

La fungocina utilizada poseía actividad de una unidad Neurospora por 10 a 20 microgramos (Cercós 1950).

Purificación de la fungocina. — La fungocina de nuestras primeras experiencias era sin duda muy impura. El método de obtención a partir de caldo de papa glucosado asparagina, por precipitación con sulfato de amonio a saturación, da lugar a la presencia de proteínas extrañas que permanecen junto con el principio activo. Para su eliminación parcial y sin suprimir el sulfato de amonio, que tiene la ventaja de dar precipitados densos y fá-

(*) Publicación del Instituto de Fitotecnia. Dirección General de Investigaciones. M. A. G. N. Número de orden interno 139. Comunicación en la Asociación Argentina de Microbiología, 29 de agosto 1952.

(**) Instituto de Fitotecnia, Castelar. Prov. de Bs. As. Rep. Argentina.

cilmente separables, tan diferentes a la precipitación a pH ácido, procedemos de la siguiente forma:

1º) Cultivo en caldo de papa glucosado asparagina (1).
2º) Precipitación con sulfato de amonio a saturación.
3º) Extracción de la fungocina con alcohol etílico 96°.
4º) Evaporación de este alcohol al vacío, a sequedad.
5º) Lavado del residuo con agua ácida a pH 2 (ClH).
6º) Redisolución en alcohol etílico 96°.
7º) Precipitación con éter dietílico.

Para proseguir con la purificación, este precipitado es tratado con alcohol etílico o metílico en caliente (1 cm^3 de alcohol por 10 mg de antibiótico aproximante) en cantidad suficiente para casi lograr su total disolución. Luego se vierte a esta solución, un exceso de otra de cloruro de sodio al 1 %, en la misma forma que para la obtención de tirotricina. Al efectuar esta operación, generalmente se forma un precipitado más o menos abundante, el cual ha demostrado poseer cierta actividad sobre *Neurospora crassa*. La otra fracción, al parecer mucho más activa, queda en la solución salina, de donde se obtiene acidificando el medio por el agregado de ácido clorhídrico, diluído o concentrado, mediante una varilla de vidrio humedecida con el ácido hasta precipitación completa. En estas condiciones, contrariamente a lo que sucede en el caldo de cultivo, el antibiótico precipita fácil y rápidamente. Luego se centrifuga o filtra, redisolviendo el resto en alcohol, evaporando a sequedad, repitiendo el proceso varias veces. Este fraccionamiento mediante agua salada indicaría que la fungocina es un producto complejo o que el principio precipita incompletamente adicionando solución de cloruro de sodio. Lo probable es que ocurran los dos fenómenos.

Obtención del picrato de fungocina. — La fungocina se combina fácilmente con el ácido pícrico.

El procedimiento seguido para obtener el picrato de fungocina es el siguiente: 500 mg de fungocina purificada se disuelven en 100 cm^3 de agua destilada caliente.

(1) La asparagina ha sido reemplazada por el producto resultante de plántulas de lupino, creciendo en la obscuridad y en corriente de agua, desecadas, pulverizadas y lavadas con agua corriente fría.

Esta cantidad de antibiótico en tan poca agua da lugar a que parte del material forme una suspensión, la cual se clarifica algo filtrando por algodón de vidrio.

Una vez fría la solución, se vuelve a calentar suavemente y poco a poco se agrega el ácido pícrico cristalizado hasta completar 100 mg, agitando constantemente. Se forma un coágulo o precipitado consistente, se filtra por papel y lava rápidamente con agua fría, sobre el embudo.

Su contenido se redisuelve en unos 100 cm^3 de alcohol etílico 96° caliente, se filtra evaporándose luego a medio volumen y precipita con exceso de éter dietílico. El precipitado tarda unas horas para sedimentar bien. Se recoge por centrifugación y se disuelve en alcohol metílico, filtrando y evaporando a sequedad.

De 500 mg de fungocina se obtienen unos 50-60 mg de picrato de fungocina.

Propiedades físicas del picrato de fungocina. — Se presenta en escamas pardas o doradas, brillantes y livianas. Su solubilidad en agua a pH 7, contrariamente a la fungocina, es muy grande; es también muy soluble en ácido acético; soluble en alcohol etílico y metílico.

Insoluble en agua a pH ácido, en n-butanol, acetona, éter, benzol y éter de petróleo.

Reacciones químicas:

Reacción del Biuret: dudosa.
Reacción de Millón: positiva.
Reacción xantoproteica: positiva.
Reacción de Heller: positiva.

Precipita con sulfato de cobre y sulfato de amonio a saturación.

Actividad antimicrobiana del picrato de fungocina. — Determinada con el método de dilución en estría. Para los bacterios se usó extracto agar Baltimore, realizándose la incubación a 37°C.

Para *Neurospora crassa*, caldo de papa glucosado al 2 % incubando a 30°C.

Las cantidades de fungocina empleadas fueron calculadas por dilución. Los resultados figuran en el cuadro I.

Cuadro I. — *Actividad del picrato de fungocina sobre 3 bacterios grampositivos y el hongo* Neurospora crassa.

	Cantidad de antibiótico en microgramos por cm³				
	0	1,5	5	10	20
Bacillus anthracis DINR. 357 [1]	4	4	4	4	4
Bacillus subtilis DINR. 18	4	4	4	4	4
Staphylococcus aureus DINR. 135	4	2	2	1	1
Neurospora crassa DINR. 136	4	3	2	2	0

Desarrollo normal: 4. Inhibición total: 0.

La observación de los resultados del cuadro I comparado con la actividad demostrada por la fungocina, ponen de manifiesto que ésta es aproximadamente similar en su especificidad e intensidad al picrato de fungocina.

La toxicidad del picrato de fungocina es escasa; 30 miligramos de este compuesto administrados en forma endovenosa en el conejo (2 kg), no ocasionan disturbios visibles. Tiene actividad lítica sobre los glóbulos rojos de conejo, la cual parece ser igual o algo menor que la de la fungocina.

Actividad hemolítica de la fungocina. — Los materiales y métodos utilizados en estas determinaciones fueron los siguientes: fungocina purificada parcialmente, glóbulos rojos de conejo lavados 5 veces con suero fisiológico y suero de conejo obtenido por centrifugación de sangre de la vena marginal de la oreja.

Diluciones en tubos de ensayo, de tal modo como para obtener siempre 2 cm³ de volumen líquido en cada tubo (se siguió el mismo procedimiento empleado en las reacciones serológicas como, por ejemplo, para titular el complemento, etc.).

Incubación a 37 °C a bañomaría.

El recuento de la suspensión de glóbulos rojos fué realizado con el hemacitómetro.

Resultados obtenidos. — El tiempo de incubación influye en el proceso de hemólisis según podemos ver en el cuadro II.

[1] La sigla DINR. significa: perteneciente a la Colección de la Sección Fisiología de la Resistencia. División de la Inmunología.

Cuadro II. — *Influencia del tiempo de incubación (37° C) en la lisis de los eritrocitos de conejo por acción de la fungocina*

Cantidad de fungocina (miligramos por cm³)	Cantidad de glóbulos rojos por mm³ — Tiempo de incubación en minutos: 0	10	20	30
0,125	3.600.000	1.600.000	1.240.000	1.160.000
0,250	—	840.000	1.080.000	720.000
0,500	—	800.000	—	—

Prácticamente las lecturas efectuadas a los 10 minutos dan los mismos resultados que las realizadas a los 30 minutos. El efecto hemolítico de la droga es casi instantáneo, estabilizándose después de los 10-15 minutos, aunque continúa lentamente.

Efecto similar ha sido comprobado con la tirotricina, tirocidina y gramicidina (Dubos y Hotckiss (1941), Herrel y Heilman (1941-1942), Rammelkamp y Wainstein (1941), Mann et al 1943).

El poder hemolítico de la fungocina es inactivado por el suero normal de conejo, fresco o calentado.

En el cuadro III se observa que la hemólisis es afectada aun por pequeñas cantidades de suero. La tirocidina se comporta en forma parecida.

Cuadro III. — *Efecto protector del suero normal de conejo en la hemólisis por fungocina* (30 *minutos de incubación a* 37° C. 1.000.000 *de glóbulos rojos lavados por mm³ en los* 2 *cm³ de la solución de cada tubo*).

Cantidad de suero en cm³	Cantidad de fungocina en miligramos por cm³: 0	0,1	0,2	0,3	0,4
0	0	2	4	4	4
0,02	0	1	3	4	4
0,10	0	0	2	3	4
0,20	0	0	0	0	0

0: indica que no hay hemólisis; 4: indica hemólisis total.

La actividad antibiótica de la fungocina es afectada por el suero, aunque no como para inactivarla. Estos resultados están en contraposición con observaciones anteriores, en las que afirmábamos

que el suero no atenuaba la actividad. Sin embargo, se explican, dado que en aquellos casos se habían realizado los ensayos sin emplear métodos cuantitativos sino procedimientos de orientación.

La cantidad de eritrocitos lavados influye poco en la hemólisis con fungocina, como se detalla en el cuadro IV.

Cuadro IV. — *Influencia de la cantidad de glóbulos rojos de conejo en la hemólisis por fungocina. (Resultados anotados después de 30 minutos a 37° C).*

Cantidad de glóbulos rojos por mm^3	Miligramos de fungocina agregados a los 2 cm^3 de solución fisiológica en cada tubo				
	0	0,1	0,2	0,3	0,4
2.000.000	0	0	1	2	3
1.500.000	0	0	1	2	3
1.000.000	0	0	1	2	3
750.000	0	0 a 1	1 a 2	3	4
500.000	0	0 a 1	2 a 3	4	4
0	0	0	0	0	0

0: indica que no hay hemólisis; 4: indica hemólisis total.

Se ve así que la cantidad de eritrocitos presentes, dentro de los límites de la experiencia presentada, influye poco en el fenómeno de hemólisis. Aumentando en exceso el número de glóbulos, la influencia es apreciable.

DISCUSION

Por las experiencias realizadas se observa que la fungocina actúa sobre los glóbulos rojos del conejo en forma similar a la tirocidina [1], es decir, provoca una hemólisis rápida e intensa. Por otra parte, la fungocina también presenta propiedades tensoactivas. Se podrá suponer que el efecto antibiótico del principio que nos ocupa es debido a esta particularidad, tal como parece ocurrir con los fenoles; a pesar de ello, su modo de acción no es tan simple como para quedar reducido a un mero efecto de superficie.

Las experiencias efectuadas por Favret (1952) con cepas de *Candida monosa* resistentes y susceptibles a la fungocina en su

(1) La fungocina se parece bastante a la tirocidina; como ella contiene tirosina en su molécula, posee propiedades físico-químicas semejantes (actúa como detergente catiónico), pero en cambio no posee triptofano, no actúa sobre algunos gramposiivos y gramnegativos sobre los que la tirocidina es efectiva y es activa en forma muy pronunciada sobre hongos en general.

comportamiento frente a detergentes como el oleato de sodio, parecerían indicar que la actividad de la fungocina sobre los hongos es debida a otras causas que a su acción tensoactiva. Por otro lado, no hay resistencia comprobada a los detergentes, cosa que no ocurre con *Candida monosa* frente a la fungocina.

Work y Work (1951) sugieren que los fenoles y otros agentes detergentes poseen una *acción inicial,* es decir preparan a la célula viva para una posterior destrucción actuando sobre la membrana celular. De acuerdo con Hotchkiss (1946), el cual supone que existe una dislocación de la membrana celular que se hace más permeable, creemos que esto pueda suceder realmente con la fungocina, suposición que es corroborada por el hecho que a concentraciones muy bajas, estimula el crecimiento de los microorganismos, pues en estos casos podría hacer más permeable las membranas celulares.

Las experiencias de Mc Calla (1940) y posteriormente las de Valko y Dubois (1944) demostraron que es posible inhibir la acción tóxica de los detergentes catiónicos con aniones de estructura molecular grande y concluyen que la adsorción reversible por intercambio de iones puede ser considerada como el primer mecanismo de la acción antimicrobiana de los detergentes catiónicos, los cuales, posteriormente, se combinarían con las proteínas microbianas hasta desnaturalizadas. Existen otras interpretaciones sobre la acción de los detergentes catiónicos, como las de Baker, Harrison y Miller (1941) y Roberts y Hahn (1940) que suponen actúan por inactivación enzimática.

La efectividad de la fungocina sobre los hongos, tanto « in vitro » como « in vivo », « in situ », podría ser reforzada por su actividad detergente la que llevaría al antibiótico a ponerse rápidamente en contacto con el tejido celular. Esta sería la *acción inicial,* a la cual se agregaría después la *acción secundaria,* sobre cuya naturaleza poco o nada sabemos (1).

(1) Sobre esta supuesta acción favorable de la detergencia, podríamos decir que existen ciertas experiencias que demuestran una acción antagónica de los detergentes sobre antibióticos, principalmente los producidos por los bacterios esporulados como la polimixina y circulina, acción que depende de la naturaleza del agente tensoactivo, pudiendo llegar hasta tener efecto favorable como pasa con el Tween 20 que aumenta la actividad (Bliss E. A. y Warth P., 1950).

El hecho observado constantemente es que la acción antibiótica de la fungocina va aparejada a la propiedad detergente. Hasta el presente ha sido imposible separarlas, por lo cual creemos que este comportamiento es propio de la estructura activa.

La poca toxicidad de la fungocina administrada en forma endovenosa al conejo, podría ser debida, en parte, al efecto antihemolítico del suero.

RESUMEN

La fungocina es un antibiótico producido por *Bacillus subtilis*, cuya extracción del medio de cultivo y purificación se resumen y amplían en este trabajo. Se describe también el procedimiento seguido para obtener un compuesto de fungocina con ácido pícrico, el cual es de actividad antimicrobiana similar al antibiótico que lo origina y con propiedades físico-químicas parecidas, salvo su mayor solubilidad en agua. El comportamiento químico y biológico de la fungocina indica la posibilidad que se trate de un complejo.

La fungocina es altamente hemolítica, acción que se comprobó « in vitro » con sangre de conejo. El suero inhibe dicho proceso, mientras que la cantidad de glóbulos rojos presentes tiene relativa importancia. La hemólisis podría ser debida a la actividad detergente de la fungocina; esta última parece no ser la causa de su actividad antibiótica; a pesar de ello, ambas propiedades podrían estar relacionadas.

Referencias

Baker, Z.; Harrison, R. W., y Miller, B. F. 1941. — « The bacterial action of synthetic detergents ». *J. Exptl. Med. 74*: 611.

Bliss, E. A., y Warth, P. T. 1950. — « The effect of surface-active agents on antibiotics ». *Ann. New York Acad. Sci. 52* (1): 38-41.

Cercos, A. P. 1950. — « Antibiótico DINR. 49-1 (fungocina) producido por *Bacillus subtilis* con actividad sobre hongos patógenos de animales y vegetales ». *Rev. Invest. Agric. 4* (3).

Cercos, A. P. 1951. — *a.* « Efecto inhibitorio de la bacilomicina y fungocina sobre el crecimiento de plantitas de trigo ». *Rev. Arg. Agr. 18* (1): 33.

Cercos, A. P. 1951. *b.* — « Efecto inhibitorio de la fungocina sobre el pez *Gambusia affinis* ». *Ciencia e Investigación. 7*: 47.

Cercos, A. P. 1952. — « Substancia volátil derivada de la fungocina ». *Ciencia e investigación.* En prensa.

Cercos, A. P., y Castronovo, A. 1951. — « Caracteres *in vitro* de la fungocina ». *Ann. Soc. Cient. Arg. 152*: 68.

Dubos, R. J., y Hotchkiss, R. 1941. — « The production of bactericidal substances by aerobic sporulating bacili ». *J. Exptl. Med. 73*: 629.

Favret, E. 1952. — « Consideraciones genéticas sobre la aparición de formas resistentes en microorganismos sensibl0s a la fungocina ». « Antibióticos y Quimioterápicos ». (En prensa).

Herrel, W. E., y Heilman, D. 1942. — « Further experimental and clinical studies on gramicidin ». *J. Am. Med. Assoc. 118*: 1401.

Herrel, W. E., y Heilman, D. 1941. — « Experimental and clinical studies on gramicidin ». *J. Clin. Investigation 20*: 582-591.

Hotchkiss, R. P. 1946. — Citado por Voets. *Ann. N. Y. Acad. Sci. 46*: 479.

Mann, F.; Heilman, D., y Herrel, W. 1943. — « Effect of serum on hemolysis by gramicidin and tyrocidine ». *Proc. Soc. Exptl. Biol. Med. 52*: 31-33.

Mc Calla, T. M. 1940. — « Cation adsorption by bacteria . *J. Bact. 40*: 23.

Rammelkamp, Ch. H., y Weinstein, L. 1941. — « Hemolytic effect of tyrothricin ». *Proc. Soc. Exptl. Biol. Med. 48*: 211-214.

Roberts, M. H., y Rahn, O. 1946. — « The amount of enzyme inactivation at bacteriostatic and bactericidal concentrations of desinfectans ». *J. Bact. 52*: 693.

Valko, E. I., y Dubois, A. S. 1944. — « The antibacterial action of surface active cations ». *J. Bact. 47*: 15.

Voets, J. 1950. — « Sur l'action anti-microbienne des detergents ». *Parasitica 6* (3): 98-106.

Work, T. S., y Work, E. 1951. — « Quimioterapia y sus bases actuales ». Ed. Aguilar S. A. Madrid. Trad. 416 pág.

UNA FAMILIA NUEVA PARA LA FAUNA ARGENTINA (HEMIPTERA, MEGARIDAE) (*)

POR

NICOLAS A. KORMILEV

Instituto Nacional de Investigación de las Ciencias Naturales. - Buenos Aires

---

Hace poco tiempo, el señor Manuel J. Viana trajo de Misiones unos Hemípteros pequeños, redondos, más parecidos a Coccinellidae que a Hemípteros, que resultaron pertenecer a la especie *Megaris laevicollis* Stal (1862). Cuando me interesé por ellos, el señor Viana, buscando en las colecciones de Coleópteros del Instituto, me encontró algunos ejemplares más en las antiguas colecciones de Adolfo Breyer y Glorialdo Pellerano, ahora incorporadas a la Colección Nacional Argentina del Instituto Nacional de Investigación de las Ciencias Naturales de Buenos Aires. Como este género no fué todavía mencionado para la República Argentina y además pertenece a esas « formas aberrantes », que no se colocan bien en ninguna de las familias existentes, dando tanto dolor de cabeza a los entomólogos sistemáticos, quiero decir algunas palabras sobre este género en general y sobre su posición sistemática particularmente. Pero primero quiero expresar mi agradecimiento al señor Carlos A. Wappers por la amable realización de los dibujos.

El género *Megaris* fué descripto por Stal (1860 : 9) como *Cyrtaspis,* pero más tarde el mismo lo cambió en *Megaris,* porque el primero ya fué preocupado por un homóptero (1862 : 57). Stal colocó su género primero en Plataspidae, pero en Hemiptera mexicana lo trasladó a Scutellerida (1862 :84). En Enumeratio Hemip-

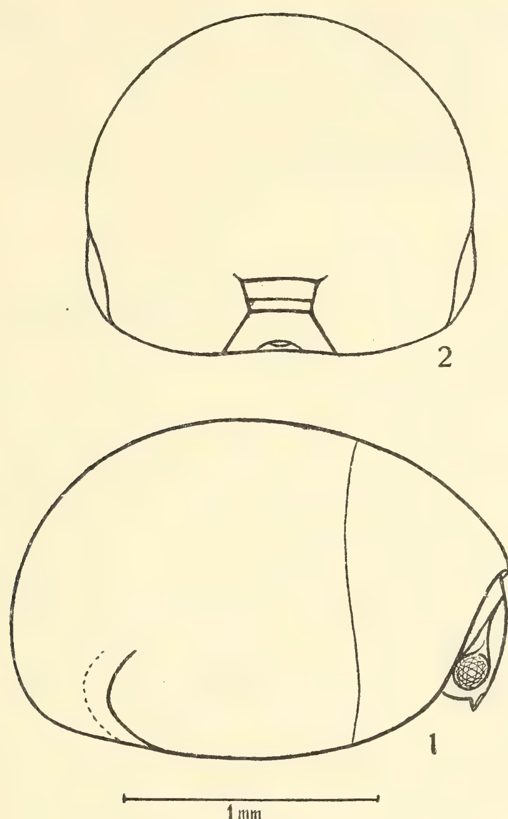
(*) Este trabajo fué realizado en el año 1950 y debió ser publicado antes de « Notas sobre Hemípteros Bolivianos », publicadas en *Folia Universitaria,* de Cochabamba, Bolivia, N° 5 35-45, 1951, en las cuales fué tratada la familia Canopidae Horváth; pero, por razones no dependientes de la voluntad del autor, la publicación no se pudo realizar hasta ahora.

terorum, Stal otra vez trasladó su género, esta vez a la familia Cydnidae, volviendo a llamarlo *Cyrtaspis,* sin explicación y poniendo el nombre *Megaris* en la sinonimia del primero (1876 : 25). Distant, describiendo una especie de Panamá, lo llamó *Cyrtaspis* y lo conservó entre Cydnidae (1889 : 309). Lethierry & Severin usan el nombre *Cyrtaspis* también, dejándolo entre Thyreocorinae, (Corimelaenidae, como ellos les llaman) (1894 : 13). Horváth sigue llamando al género *Cyrtaspis,* creando para él y el género *Canopus* F. una nueva tribu Canopini dentro de la subfamilia Thyreocorinae (1919 : 209). Mc Atee y Malloch, haciendo una revisión de la tribu, separan estos dos géneros y crean una subfamilia nueva para cada uno, es decir Megarinae y Canopinae, y las colocan en la familia Pentatomidae. Pero con « Pentatomidae » ellos comprenden toda la superfamilia Pentatomoidea, dando a Megarinae y Canopinae el mismo rango que a Plataspidae, Cydnidae, Pentatomidae, etc., degradadas por ellos en subfamilias, por el motivo de que todos Pentatomoidea tienen solamente un carácter fijo de mayor importancia y éste es *dos tricobotrias* sobre cada lado de cada esternito, mientras, por ejemplo, Coreidae (lea Coreoidea) tienen *tres,* como algunas otras familias (1928 : 4). Por fin, Barber describe una especie del género *Megaris* de Puerto Rico, no entrando en la discusión sobre la posición sistemática del género (1939 : 283).

En mi opinión, suprimir a la superfamilia Pentatomoidea y degradar a todas las familias, como Cydnidae, Pentatomidae, etc., en subfamilias, es un poco demasiado, y provoca una confusión inútil, porque en este caso hay que rebajar a todas las subfamilias en las tribus, y creo que nadie quiere negar el rango de subfamilia a Asopinae o Acanthosominae. Las tribus como Graphosomini y Podopini o Edessini deben desaparecer por completo, transformándose en simples « grupos de los géneros », porque no hay ninguna unidad sistemática reconocida entre la tribu y el género, y crear una nueva significa hacer una complicación y confusión inútil. Por otra parte, si conservamos a estas tribus, ellas de ningún modo pueden tener el mismo rango que las bien separadas Asopinae y Acanthosominae.

W. E. China, uno de los más destacados hemipterólogos modernos, considera la superfamilia Pentatomoidea como buena y válida y

la subdivide en cinco familias: Pentatomidae, Aphylidae, Cydnidae, Plataspidae y Phloeidae (1933:195); todas son unidades más o menos del mismo valor sistemático. Veamos, entonces, si podemos colocar el género *Megaris* y la subfamilia Megarinae en una de estas cinco familias.



Megaris laevicollis Stal, ninfa. FIG. 1, vista en perfil. FIG. 2, vista de atrás.

Los caracteres más importantes que tiene el género *Megaris* Stal son los siguientes: cuerpo semigloboso; cabeza completamente vertical, encerrada hasta los ojos en el pronoto; antenas de cinco segmentos, pero el segundo tan corto que parecen cuadriarticuladas; rostro de cuatro segmentos, el segundo el más largo, casi del mismo largo que el tercero y el cuarto juntos; ocelos presentes; prosterno

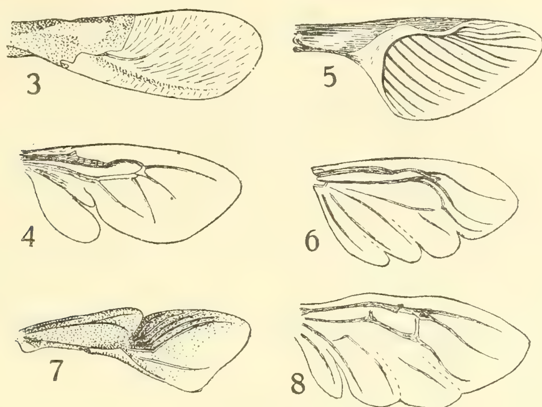
con el borde anterior e interior elevado, semejante al de Thyreocorinae; el esternón opaco solamente sobre el campo evaporatorio; trichobotrias colocadas perpendicularmente al borde lateral del abdomen; escudete enormemente desarrollado y cubriendo el abdomen por completo, dejando visible lateralmente solamente una parte muy quitinizada del corio con una fila de los puntos muy fuertes; hemiélitros muy largos, dos veces más largos que el abdomen, se pliegan y esconden debajo del escudete; parte muy quitinizada del corio, sobre la costa, no alcanza hasta la membrana, nervadura de la membrana reducida y obsoleta, saliendo del lado radial y dirigiéndose oblícuamente hacia el borde costal; tarsos de dos segmentos.

Ninfas muy características y parecidas solamente a las ninfas del género *Canopus* F.; son muy convexas, muy quitinizadas, cubiertas con una coraza de la cual está bien separada solamente la cabeza; la separación del pronoto, rudimentos de los futuros hemiélitros y de los segmentos visibles del tergum son solamente indicadas por una línea fina, difícilmente distinguida sobre la coraza (Fig. 1 y 2). De los segmentos del tergum son visibles solamente tres posteriores, como tres placas superpuestas una arriba de la otra, de las cuales únicamente la última alcanza hasta el borde posterior del abdomen. Ostiolas sobre el tergum indistintas; los primeros dos visibles esternitos no son divididos por una línea mediana. Toda la faz ventral es muy cóncava, antenas, rostro y las patas colocadas en el fondo de la excavación ventral.

Para resumir, *Megaris* tiene un aspecto general de un Plataspido; antenas con el segundo segmento reducido a un anillo, como en ninguna familia conocida; prosterno como en Cydnidae (Thyreocorinae), rostro más o menos similar, también; tarsos de dos segmentos como en Plataspidae; escudete algo parecido a Plataspidae, pero más redondo; hemiélitros largo y plegados como en Plataspidae, pero la nervadura completamente distinta (Fig. 3, 4 y 5); tricobotrias perpendiculares al borde lateral como en algunas subfamilias de Pentatomidae, pero no en Plataspidae, y lo que es muy importante, las ninfas son muy distintas de las ninfas de todas las otras familias conocidas (las ninfas de Plataspidae se parecen a las de Cydnidae o Pentatomidae).

Los hemiélitros dos veces más largos que el abdomen y plegados

debajo del escudete, en seguida eliminan la posibilidad de pertenecer a las familias Cydnidae, Pentatomidae, Phloeidae y Aphylidae; prosterno elevado interiormente y anteriormente, antenas con el segundo segmento como anillo, esternón opaco solamente sobre



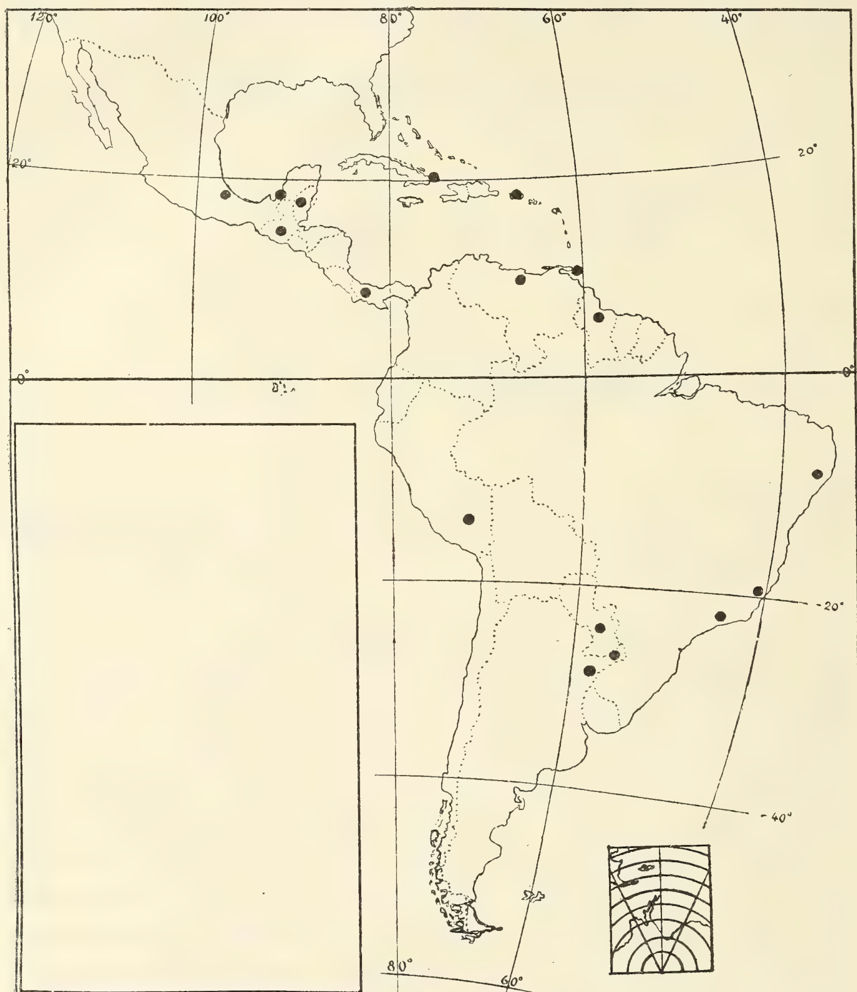
Megaris laevicollis Stal (Megaridae), FIG. 3, hemiélitro, FIG. 4 ala; *Brachyplatys subaeneus* Westw. (Plataspidae), FIG. 5, hemiélitro, FIG. 6; *Canopus caesus* Germ. (Canopidae), FIG. 7, hemiélitro; *Canopus orbicularis* Horváth, FIG. 8, ala. (Todo según Mc Atee & Malloch.).

el campo evaporatorio, diferente nervadura de los hemiélitros y las alas, trichobotrias perpendiculares al borde lateral del abdomen, y, más que todo, el aspecto único de las ninfas, todo esto elimina la posibilidad que *Megaris* pueda pertener a Plataspidae.

Por fin queda ver si *Megaris* puede pertenecer a Canopinae, como lo propuso Horváth. Aunque el aspecto general, así como el del imago y de la ninfa es bastante semejante a los de *Canopus*, el último tiene los tarsos de tres segmentos, diferentes nervaduras así en los hemiélitros como en las alas, trichobotrias colocadas paralelamente al borde lateral del abdomen, los dos primeros esternitos visibles de las ninfas divididos en el medio, antenas con todos los cinco segmentos bien visibles y, lo más importante, las ninfas diferentes, teniendo los tres últimos tergitos que alcanzan lateralmente el borde lateral del abdomen y las ostiolas bien visibles; por eso *Megaris* no se puede colocar tampoco en Canopinae.

La única solución que queda es ubicarlo en una familia propia, es decir Megaridae, lo que seguramente habrán hecho Mc Atee y

Malloch, si no hubieran rebajado el rango de Pentatomoidea a una simple familia. Es verdad que no es recomendable hacer las familias con un solo género, pero es siempre mejor crear una fami-



Distribución de la Fam. *Megaridae* Mc. At. & M.

lia distinta, que poner género en una familia a la que no pertenece. En la misma superfamilia Pentatomoidea tenemos el ejemplo en Aphlidae, con el único género *Aphylium* Bergroth, y *Megaris* o Megaridae tiene catorce especies y bastante vasta zona de distri-

bución, como se ve en el mapa, lo que justifica aún más la elevación de Megarinae en Megaridae.

MEGARIS Stal 1860

1860, *Cyrtaspis* Stal, K. Sv. Vet. Akad. Handl.; II (7): 9.
1862, *Megaris* Stal, ibid.;II: 57.
1862, *Megaris* Stal, Stett. ent. Zeit.; XXIII: 84.
1876, *Cyrtaspis* Stal, Enumeratio Hemipterorum; V: 25.
1889, *Cyrtaspis* Distant, Biologia Centrali Americana, Rhynchota; I: 12 et 309.
1894, *Cyrtaspis* Lethierry & Severin, Cat. Gén. Hemípt.; I: 13.
1919, *Cyrtaspis* Horváth, Ann. Mus. Nat. Hung.; XVII: 209.
1928, *Megaris* Mc Atee & Malloch, Proc. U. S. Nat. Mus.; LXXII (25): 4.
1939, *Megaris* Barber, Sci. Surv. Porto Rico; XIV: 283.

MEGARIS LAEVICOLLIS Stal 1862

1862, *Megaris laevicollis* Stal, Stett, ent. Zeit.; XXIII: 84 (not.).
1876, *Cyrtaspis laevicollis* Stal, Enum. Hemipt.; V: 25.
1894, *Cyrtaspis laevicollis* Leth & Sev., Cat. Gén. Hémipt.; I: 13.
1928, *Megaris laevicollis* Mc Atee & Malloch, Proc. U. S. Nat. Mus.; LXXII (25): 5.

En la República Argentina esta especie fué encontrada en dos provincias del nordeste, Misiones y Corrientes. Como todas las especies del género *Megaris*, son muy pequeñas y siendo parecidas a Coccinalidae se confunden fácilmente con las últimas; por eso hay que esperar que probablemente se encuentren en otras colecciones procedentes de las demás provincias del norte. La especie fué descripta por Stal sobre un macho proveniente de Río de Janeiro. Mc Atee & Malloch han visto más material además del holotipo, y procedente de Espíritu Santo, New Friburg y Río de Janeiro en Brasil, y San Bernardino en Paraguay.

MATERIAL EXAMINADO:

Argentina, Misiones: 1 ♂, 1 ♀, y 2 ninfas, Concepción, Santa María, M. J. Viana leg. XI. 946 (M. A. C. N., Nº 52 320); 1 ej. Misiones, A. Breyer leg. (M. A. C. N., Nº 52 337).

Corrientes: 1 ej. Santo Tomé, G. Pellerano leg. XII 925 M. A. C. N., Nº 52 330) ; 6 ej. Santo Tomé, G. Pellerano leg. XI 928 (M.A.C.N., Nº 32 329).

SUMMARY

Author notes that *Megaris laevicollis* Stal was found in North-East Argentina, being the first species of this subfamily which was found in this country. Then he discusses the systematical position of the genus *Megaris* Stal and subfamily Megarinae Mc Atee & Malloch, and comes to the conclusion that this subfamily should be elevated to a family rank, because it cannot be included into any of the existent families of Pentatomoidea.

BIBLIOGRAFIA

Barber, G. H. 1939. — « Insects of Porto Rico and Virgin Islands (Hemipt.-Heter,-excepting the Miridae and Corixidae). « Sci Suiv. Porto Rico ». XIV: 283.

China, W. E. 1933. — « A new family of Hemiptera-Heteroptera with notes on the Phylogeny of Suborder ». *Ann. Mag. Nat. Hist.* 10, XII: 180.

Distant, W. L. 1889. — « Biologia Centrali Americana ». *Rhynchota,* I: 12 y 309.

Horvath, G. 1919. — « Analecta ad cognitionem Cydnidarum ». *Ann. Mus. Nat. Hung.* XVII: 205.

ethierry, L., and Severin, G. 1894. — « Catalogue Géneral des Hémiptères ». I: 13.

Mc Atee, W. L., and Malloch, J. R. 1928. — « Synopsis of Pentotomid bugs of the subfamilies Megaridinae and Canopinae ». *Proc. U. S. Nat. Mus.* LXXII (25): 4.

Stal, C. 1860. — « Bidrag till Rio Janeiro traktens Hemipter-fauna ». *K. Sven. Vet. Ak. Handl.* II (7), I: 9 y II: 57.

Stal, C. — 1862. — « Hemiptera Mexicana enumeravit speciisque novas descripsit ». « Stett. ent. Zeit. ». XXIII: 81-118.

Stal, C. 1876. — « Enumeratio Cydninorum Extraeuropeum. Enumeratio Hemipterorum ». V: 17.

PORCENTAJE DE CRUZAMIENTO LIBRE EN EL CULTIVO DEL ALGODONERO

POR EL ING. AGR.

HECTOR A. ZUNINO

Se han efectuado una serie de ensayos para determinar el porcentaje de cruzamiento libre en el cultivo del algodonero; hasta que distancia se constata la influencia del viento o de los insectos; máximo cruzamiento por capullo y por planta.

Para realizarlos se emplearon poblaciones de algodonero, que se diferenciaban por un carácter dominante, para poder sacar conclusiones en el primer año de experiencia.

Para determinar el porcentaje de cruzamiento libre, sin intervención de los insectos, se sembró una parcela con semilla de algodonero, golpes alternados con semillas de plantas de hojas verdes y de hojas rojas.

Antes de la floración se espolvoreó con insecticida para eliminar la presencia de insectos, luego se cubrió el cultivo con una jaula de alambre de malla fina de $2 \times 3{,}50 \times 1{,}40$ m, para evitar su intervención.

La cosecha arrojó 450 semillas constatándose el nacimiento de una planta roja, habiendo dado un porcentaje de cruzamientos de 0,2 %.

Al costado se sembraron cuatro surcos con semillas de plantas rojas y verdes a golpe salteado, tomándose en consideración para el ensayo los dos surcos centrales. Del surco Nº 1 se cosechó capullo por separado de cada planta, correspondiéndole 29 a las plantas de hojas verdes, que arrojaron 875 semillas, germinaron

(*) Comunicación presentada el 25 de julio de 1952 al Grupo de Ciencias Naturales de la Sociedad Científica Argentina.

391, poder germinativo 45 %; de éstas 363 eran verdes y 22 rojas, cruzamiento 7,9 %.

En la segunda cosecha se recogieron 33 capullos obteniéndose 906 semillas; germinaron 321, poder germinativo 36 %, de las cuales 26 eran rojas; cruzamiento 7,9 %.

En el surco Nº 2 se realizó una sola cosecha al terminar el ciclo vegetativo; se recogieron 48 capullos de los que se obtuvo 1516 semillas, germinaron 1003, poder germinativo 66 %, de las cuales 932 eran plantas verdes y 71 rojas, cruzamiento 7,1 %.

Las semillas de cada capullo se pusieron a germinar en bandeja por separado, habiéndose determinado que en la planta Nº 10, capullo Nº 5 con 35 semillas, germinaron 23, poder germinativo del capullo 65 %; se han obtenido 15 plantas verdes, 8 rojas, porcentaje de cruzamiento en el capullo 34,7 %; fué el mayor que se registró por capullo.

En la planta Nº 10 se constató el mayor cruzamiento por planta; se han obtenido 5 capullos con un total de 166 semillas; germinaron 112 de las cuales 94 eran verdes, 18 rojas, dando un porcentaje de cruzamiento de 16 % en esa planta, que fué el mayor cruzamiento que se registró por planta.

Determinación de influencia del viento y distancia del cruzamiento. — Para determinarlo se sembró una parcela de 187 × 116 m con semilla de algodonero selección Las Breñas 16 de hojas verdes (Recesivo) y en la parte central se sembró un núcleo de 10 × 10 m con semilla de una población de algodonero de hojas rojas (dominante).

Las plantas de hojas verdes florecieron antes que las rojas, destruyéndolas, hasta la aparición de las flores en las plantas de hojas rojas.

La cosecha se efectuó en forma escalonada y por separado de acuerdo a los 4 puntos cardinales y durante los primeros 5 metros en franjas separadas a 1 metro entre sí, y de allí hasta finalizar el ensayo la distancia entre las franjas era de 5 metros.

El material se desmotó por separado; previa desinfección con anticriptogámico, se sembró en bandejas colocándolas en estufa a

30-32°C, por separado, de acuerdo a la distancia y ubicación con respecto al núcleo central rojo.

La estufa se iluminó con luz azul, distribuída en forma tal que todas las bandejas de germinación estuviesen iluminadas para facilitar la fotosíntesis y formación de antociana, que servirá para determinar el porcentaje de cruzamiento libre; a los ocho días se efectuaron los recuentos.

En el ensayo se efectuaron 2 cosechas, las que fueron tratadas por separado para determinar en que época se constata el mayor cruzamiento habiéndose obtenido los siguientes resultados:

Primera cosecha, lado sud. — Se recogieron las semillas provenientes de las plantas distantes a 1 metro del núcleo rojo que arrojó un total de 350, de las que germinaron 200, poder germinativo 57 %, delas cuales 197 eran plantas verdes y 3 rojas; el porcentaje del cruzamiento libre fué de 1,5 %.

De la segunda línea, distante 2 metros del núcleo rojo, se recogieron 980 semillas, germinaron 704, poder germinativo 70 %, de las cuales 690 eran plantas verdes y 14 rojas, cruzamiento 2 %.

De la tercer línea, a 3 metros del núcleo rojo, se recogieron 780 semillas, germinaron 549, poder germinativo 74 %, de las cuales 546 eran plantas verdes y 3 rojas, dando un porcentaje de cruzamiento de 0,5 %.

En la cuarta línea, a 4 metros del núcleo rojo, se recogieron 1230 semillas, germinando 939, poder germinativo 76 %, dando 4 plantas rojas, cruzamiento 0,4 %.

De la línea distante 15 metros del núcleo se recogieron 1770 semillas, germinaron 1302, poder germinativo 73 %, constatándose únicamente 1 planta roja, cruzamiento 0,07 %.

La última línea, a 51 metros del núcleo, dió 2600 semillas, germinaron 1684, poder germinativo 72 %, 3 eran plantas rojas, cruzamiento 0,1 %.

En la segunda cosecha de la primera línea distante 1 metro del núcleo rojo se recogieron 1296 semillas, germinaron 885, poder germinativo 69 %, de las cuales 820 eran plantas verdes, 35 rojas, cruzamiento 4,2 %.

En la segunda línea, a 2 metros del núcleo, se recogieron 2464 semillas, germinaron 1622, poder germinativo 65 %, de éstas 1599 eran plantas verdes, 23 rojas, cruzamiento 1 %.

PRIMERA COSECHA, LADO NORTE. — Del primer surco, a 1 metro del núcleo rojo, se recogieron 363 semillas, germinaron 263, poder germinativo 72 %, de éstas 5 fueron plantas rojas, porcentaje de cruzamiento 1,9 %. Segundo surco, distante 2 metros, se recogieron 390 semillas, germinaron 252, poder germinativo 59 %, de las cuales 217 eran plantas verdes y 15 rojas, cruzamiento 6,4 %.

Del tercer surco se recogieron 476 semillas, germinaron 416, poder germinativo 87 %, de las cuales 1 era roja, cruzamiento 0,2 %.

Del cuarto surco distante 4 metros del núcleo central se recogieron 364 semillas, germinaron 237, poder germinativo 67 %, de éstas, 6 eran plantas rojas, cruzamiento 2,5 %.

El quinto surco dió 728 semillas, germinaron 589, poder germinativo 81 %, dió 5 plantas rojas, cruzamiento 0,8 %.

Del sexto surco, distante 10 metros del núcleo, se recogieron 1260 semillas, germinaron 1182, poder germinativo 92 %, 1 era roja, cruzamiento 0,08 %.

Del séptimo surco, distante 15 metros, con 1450 semillas recogidas no se constató el nacimiento de ninguna planta roja.

SEGUNDA COSECHA, LADO NORTE. — La primera línea, a 1 metro del núcleo rojo, dió 252 semillas, germinaron 174, poder germinativo 65 %, de las cuales 134 eran plantas verdes y 30 rojas, cruzamiento 18 %.

De la segunda línea se recogieron 1092 semillas, germinaron 707, poder germinativo 64 %, de éstas, 659 eran plantas verdes y 48 rojas, cruzamiento 6,7 %.

PRIMERA COSECHA, LADO OESTE. — Del primer surco distante a 1 metro del núcleo se recogieron 924 semillas, germinaron 658, poder germinativo 69 %, de las cuales 646 eran plantas verdes y 12 rojas, cruzamiento 1,8 %.

De la segunda línea se recogieron 1288 semillas, germinaron 676, poder germinativo 52 %, de éstas, 21 eran plantas rojas, cruzamiento 3 %.

Segunda cosecha, lado oeste. — En la primera línea se recogieron 6580 semillas, germinaron 3479, poder germinativo 52,8 %, de éstas, 3354 eran plantas verdes y 125 rojas lo que da un porcentaje de cruzamiento de 3,6 %.

Primera cosecha, lado este. — Del primer surco, a 1 metro del núcleo rojo, se recogieron 1323 semillas, germinaron 1215, poder germinativo 77 %, de las cuales 1283 eran plantas verdes y 40 rojas, cruzamiento 3 %.

La segunda línea dió 5096 semillas, germinaron 4354, poder germinativo 85 %, de éstas, 98 eran plantas rojas, cruzamiento 2,3 %.

Segunda cosecha, lado este. — Se recogieron en la primera línea 3024 semillas, germinaron 2197, poder germinativo 72 %, de éstas, 1920 eran plantas verdes y 277 plantas rojas, dando un cruzamiento del 12,3 %.

La segunda línea dió 4340 semillas, germinaron 3137, poder germinativo 72 %, de éstas, 2952 eran plantas verdes y 185 rojas, el cruzamiento fué 5,8 %.

La tercera línea, a 3 metros del núcleo, dió 4200 semillas, germinaron 3287, poder germinativo 78 %, con 130 plantas rojas que da un cruzamiento del 3,9 %.

En los ensayos realizados en la segunda cosecha se notó un aumento en el porcentaje del cruzamiento, que debe ser atribuido al aumento de los insectos, que se registra anualmente en el cultivo del algodonero en el mes de febrero, especialmente del astilo moteado.

Semillas sembradas			Germinación				% Cruzamiento		Total %
			1a. Cosecha		2a. Cosecha				
Lado	1a. Cosecha	2a. Cosecha	Verdes	Rojo	Verde	Rojas	1a. Cosecha	2a. Cosecha	
Sud	350	1.296	197	3	820	35	1,5	4,2	3,6
Norte	363	26	258	5	134	30	1,9	18	8
Oeste	924	6.580	646	12	3354	125	1,8	3,6	3
Este	1755	3.024	1283	40	1920	277	3	12,5	8,8

Determinación del porcentaje de cruzamiento. — Para determinar el porcentaje de cruzamiento se sembró una parcela de 20 × 20 m, a golpe distanciado 30 cm. El 90 % de los golpes se sembró con semilla de plantas de hojas verdes y el 10 % con semilla de plantas de hojas rojas, dispuestas en simetría, después del raleo en la parcela totalizaron 899 plantas.

Se dejó un surco de bordura, se efectuaron 2 cosechas recogiendo capullo por capullo de cada planta, realizando el desmote individual, por capullo, para obtener porcentaje de cruzamiento por plantas, por capullo y por distancia.

En la primera cosecha se recolectó del surco número dos, 267 capullos de las plantas de hojas verdes que dieron 5.538 semillas, germinaron 2971, poder germinativo 71 %, de éstas 2899 eran verdes y 72 rojas, porcentaje de cruzamiento 1,8 %. De los 267 capullos, en 48 se constató cruzamientos, es decir el 18 %.

En el surco Nº 3 se recogieron en la primera cosecha 170 capullos que dieron 4.254 semillas, germinaron 3462, poder germinativo 80,3 %, de éstas, 3418 eran plantas verdes y 44 rojas, cruzamiento 1,2 %. De los 170 capullos, en 35 se constató cruzamiento, el 20 %.

En la segunda cosecha del segundo surco, se recogieron 165 capullos que dieron 4569 semillas, germinaron 3081, poder germinativo 67 %, de éstas, 3025 eran plantas verdes y 55 rojas, cruzamiento 1,7 %. De los 165 capullos se constató cruzamiento en 22, es decir 13 %.

En la segunda cosecha del tercer surco, se cosecharon 141 capullos que dieron 4088 semillas, germinaron 2430 y de éstas, 20 eran plantas rojas, el resto verdes dando un porcentaje de cruzamiento 1,2 %.

En el capullo Nº 3 de la planta 54 se constató el máximo cruzamiento por capullo; de las 24 semillas que tenía germinaron 16, poder germinativo 66 %, de éstas, 5 fueron verdes y 11 rojas que da un porcentaje del 68 % para ese capullo.

El máximo de cruzamiento por planta, se constató en la Nº 70 en la segunda cosecha, se sacaron 4 capullos con un total de 123 semillas, germinaron 82, poder germinativo 67 %, de éstas 62 eran plantas verdes, 14 rojas, cruzamiento máximo por planta 18 %.

CONCLUSIONES

Con los ensayos realizados para determinar el porcentaje de cruzamiento libre en el cultivo del algodonero, para la localidad de Presidencia Roque Sáenz Peña, con las condiciones climáticas y la fauna entomológica del año del ensayo, puede considerarse el cruzamiento libre en el cultivo del algodonero en un 10 % .

Este porcentaje es menor en la primera cosecha, aumentando en la segunda por el mayor incremento de los insectos.

La intervención del viento en los cruzamientos tiene muy poca importancia, teniendo en cuenta que los vientos predominantes son los del norte, no se ha notado su influencia en el ensayo; en cambio en el lado donde existía el monte que es el punto de atracción de los insectos, el porcentaje de cruzamientos ha aumentado.

En el ensayo de plantas rojas alternadas con plantas verdes, se obtuvo un porcentaje de cruzamientos de 7,9 % y en el ensayo similar cubierto con jaula de alambre de malla fina para eliminar la influencia de los insectos, se obtuvo un porcentaje de cruzamiento de 0,2 % .

La mayor distancia en la que se constató cruzamiento fué 51 metros, límite del ensayo que dió 0,1 % del lado Sud, mientras que en el lado Norte a los 15 metros no se constató cruzamiento.

BIBLIOGRAFIA

Braconnier, R. et J. Glandard (Directores) 1952. *Nouveau Larousse agricole.* 1 vol. XXII, 1152, 78, XVI pág.; 56 láminas fuera de texto, en colores o en negro; 23 planchas en negro; 1335 grabados. Librairie Larousse. París.

Esta obra no es una simple segunda edición de la conocida enciclopedia rural *Larousse agricole.* Se trata, en verdad, de una obra totalmente nueva.

En efecto, sus directores y colaboradores son nuevos; la obra consta, ahora, de un solo volumen, para facilitar su consulta. Además, se ha substituído el ordenamiento alfabético de los temas por una sucesión lógica de capítulos. No obstante, al final del libro, se ha agregado un índice alfabético, que abarca 16 páginas a 4 columnas, con el objeto de permitir la búsqueda rápida de un asunto o término dado.

El *Nouveau Larousse agricole* ha sido dirigido por Raymond Braconnier, ingeniero agrónomo, director del Instituto Nacional de Investigación Agronómica de Francia y por Jacques Glandard, ingeniero agrícola. La enciclopedía ha sido escrita por 100 destacados técnicos e investigadores franceses, los cuales firman los distintos capítulos.

La obra consta de las grandes partes siguientes:

a) El pasado, presente y porvenir de la agricultura;
b)Las plantas;
c) Los animales;
d) Administración de una propiedad rural;
e) La agricultura comparada;
f) La transformación de los productos;
g) Equipo rural;
h) Organización de la agricultura;
i) El medio agrícola.

La parte *a*), *El pasado, presente y porvenir de la agricultura,* consta de 14 páginas, donde su autor, uno de los directores (Braconnier), hace un estudio histórico-geográfico de la agricultura, aunque con especial referencia a la francesa, y luego de plantear los principales problemas del presente, delínea el futuro de la agricultura.

La parte *b*), *Las plantas,* es la más extensa de la enciclopedia y ha sido escrita por numerosos autores. En ella se trata lo referente a la organización y fisiología de las plantas, labores culturales, abonos y enmiendas del suelo, rotaciones, cosecha y conservación de los productos, enfermedades, malezas y plagas de los cultivos con sus medios de lucha, genética y fitotecnia.

Además, en esta parte se estudian, en particular, los más diversos cultivos; cereales, textiles, industriales, forrajeros, hortícolas, frutales, florales, forestales, medicinales, aromáticos, hongos, etc. Dado que los cultivos tratados son los que se realizan principalmente en Francia y sus colonias, se puede afirmar que están analizados casi todos los cultivos de la agricultura mundial.

La parte *c*), *Los animales*, comprende más de 230 páginas, en las cuales se trata lo referente a la anatomía y fisiología de los animales domésticos, su alimentación, la producción de carne, leche y trabajo, higiene y enfermedades, la reproducción e inseminación artificial, el mejoramiento de las razas y la venta de animales. En capítulos especiales, se trata todo lo concerniente al ganado vacuno, caballar, porcino, ovino, animales pilíferos, aves y animales de granja, apicultura, sericicultura y piscicultura.

La parte *d*), *Administración de una propiedad rural*, trata de lo relativo al buen manejo administrativo de la propiedad, incluyendo, además, capítulos acerca de la organización científica del trabajo, los accidentes de trabajo, los incendios, terminando con la contabilidad agrícola.

La parte *e*), *La agricultura comparada*, escrita por René Dumont, es una de las más interesantes y novedosas de la enciclopedia. Según el autor mencionado, la agricultura comparada se propone estudiar los trazos esenciales de la agricultura de diferentes unidades geográficas, con la mira de buscar las posibilidades de mejorarla.

La parte *f*), *La transformación de los productos*, se ocupa de las diversas industrias agrícolas, conservación de productos alimenticios, represión de fraudes y normalización de los productos agrícolas. Las industrias tratadas en particular son: la de vinificación, cervecería, sidrería, jugos de frutas, molinería y panadería, azucarera, destilería, lechera, mantequera, quesera, feculera, peletera, restos de animales, etc.

La parte *g*), *Equipo rural*, trata principalmente de las máquinas agrícolas, tractores, construcciones rurales, silos, saneamiento, drenaje e irrigación de los campos, nivelación, catastro, agrimensura, la subdivisión de la tierra con sus inconvenientes, finalizando con un capítulo sobre cooperativas agrícolas.

La parte *h*), *Organización de la agricultura*, entre otras cosas, considera la herencia de la tierra, el régimen del trabajo agrícola, los seguros sociales agrícolas, los accidentes de trabajo, el sindicalismo agrícola y, por último, el crédito agrícola.

La última parte *i*) constituye un anexo de 78 páginas y se titula *El medio agrícola*. Está compuesta por 2 grandes capítulos, uno, *El clima*, escrito por Henri Geslin y el otro, *El suelo*, por Raymond Chaminade; ambos sumamente amenos e instructivos. Llama la atención que el estudio del clima y del suelo se halle ubicado al final de la obra y no al comienzo, como sería más conveniente.

El Nouveau Larousse Agricole está profusamente ilustrado con numerosas fotografías, dibujos, láminas en colores, tablas numéricas, gráficos y mapas;

elementos, todos, que contribuyen a una mayor comprensión de los temas y a una más amena lectura y consulta de la obra.

La presentación de este libro, es muy esmerada y hace honor a las artes gráficas de Francia.

Según los propios directores de la obra, ésta ha sido ideada y redactada para las necesidades de los agricultores. No obstante, la jerarquía técnica o científica de los colaboradores y la calidad de los diversos capítulos, hacen, de esta moderna enciclopedia rural, un libro de suma utilidad para los estudiantes, técnicos y aun investigadores vinculados a los problemas agropecuarios.

Es de lamentar que, al final de cada capítulo, no se haya agregado una breve bibliografía recomendada, para ahondar el tema.

En el prefacio del *Noveau Larousse Agricole,* Maurice Lemoigne, Presidente de la Academia de Agricultura de Francia, expresa que Braconnier y Glandar y sus colaboradores, al realizar esta obra, han rendido un gran servicio a la agricultura francesa. En verdad, cabría decir que han rendido un gran servicio a la agricultura mundial. En tal sentido, es de esperar que esta hermosa, útil y valiosa obra sea traducida al mayor número posible de idiomas.

A. L. De Fina.

NOTICIARIO

Necrología. Ingeniero Zacarías M. Nurnberg. † el 23/2/54. — En forma repentina, el 23 de febrero ppdo. falleció el ingeniero don Zacarías M. Nurnberg, de larga actuación profesional, de reconocida experiencia para las funciones técnico-administrativas y que desde el año 1942 pertenecía a la Sociedad Científica Argentina en carácter de socio activo.

Nacido en San Petersburgo, Rusia, el 8 de noviembre de 1885 y en posesión de su diploma universitario, muy joven llegó a la Argentina para radicarse aquí, desenvolver en ella sus actividades durante más de cuatro décadas y quererla como su segunda patria, según lo expresara frecuentemente. Su ingreso a una importante organización industrial y de servicios públicos, la actual Compañía Argentina de Electricidad, marcó en seguida de su arribo a nuestras playas la senda en que habría de desarrollar su labor y prestigiarla con su actuación y su inteligencia; por más de cuarenta años consecutivos trabajó en esa empresa y escalando posiciones cada vez de mayor jerarquía, mucho tiempo hacía ya que ejercía funciones de director administrativo y financiero, mereciendo justificadamente el respeto y consideración general que se le dispensara en nuestro país y en el extranjero.

Socio honorario de la Asociación Argentina de Electro-Técnicos, delegado al Comité Argentino de la Conferencia Mundial de la Energía, director de la Compañía de Gas de La Plata, S. A.; de la Compañía Primitiva de Gas de Buenos Aires, Ltda.; de la Compañía General de Industrias y Transportes, S. A., etc., el ingeniero Nurnberg, aparte de su reconocida idoneidad profesional, mostraba siempre, grandes cualidades de caballerosidad y simpatía, granjeándose la estimación de cuantos le trataban; por ello su súbita desaparición produjo honda impresión, exteriorizándose de manera inequívoca el sentimiento que despertó ante la noticia de su muerte.

En homenaje a su memoria, la junta directiva de la Sociedad Científica Argentina se puso de pie al reiniciar sus tareas en el ejercicio actual y con estas líneas, queda registrado en las páginas de sus Anales el recuerdo imperecedero del malogrado consocio.

ANALES

DE LA

SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA

DIRECTOR: ALBERTO G. URCELAY

TOMO CLVIII

BUENOS AIRES
AVDA. SANTA FE 1145

—

1954

ANALES

DE LA

SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA

DIRECTOR: ALBERTO G. URCELAY

JULIO-DICIEMBRE 1954 — ENTREGAS I a VI — TOMO CLVIII

SUMARIO



BUENOS AIRES
AVDA. SANTA FE 1145

1954

SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA

ADVERTENCIA.— Los colaboradores de los Anales son personalmente responsables de la tesis sustentada en sus escritos. Tienen derecho a la corrección de dos pruebas. Los que deseen tirada aparte de 50 ejemplares de sus artículos, deben solicitarla por escrito. **Artº 10 del Reglamento de los "ANALES"** (modificado por la J. D. en su sesión de fecha 4 de septiembre 1941). Los escritos originales destinados a la Dirección de los "Anales", serán remitidos a la Gerencia de la Sociedad, avenida Santa Fe 1145, a los efectos de registrar la fecha de entrega para luego enviarlos al señor Director. La Sociedad no tomará en consideración las observaciones de los autores que se refieran a cualquier anormalidad, si no se ha cumplido con el requisito indicado.

Impreso en los Talleres Gráficos "TOMAS PALUMBO" - La Madrid 311-325 - Buenos Aires

FLORENTINO AMEGHINO

18/9/1854 - 7/8/1911

CENTENARIO DE SU NACIMIENTO

Se ha cumplido un siglo desde que en la Villa de Luján viera la luz este argentino que en vida alcanzó la jerarquía de sabio. Repitamos en la ocasión las palabras de dos de sus biógrafos (1): « Este hombre, consagrado durante cuarenta y dos años al trabajo, a la investigación, al pensamiento; extraño a los halagos de la vida fácil, modesto, probo, sin envidias, sin odios, sin ambiciones que no fueran nobles, hijo de sus obras, como los grandes civilizadores, es el ejemplo más puro que podemos ofrecer de voluntad y de dedicación, a la juventud argentina. Su nombre es todo un carácter. Luchador infatigable, se elevó desde la cuna humilde hasta la cima del saber, sin explotar más que sus instintos de labor y su genio extraordinarios. Dedicado, primero, a estudios prehistóricos pero empeñado en establecer el origen antiquísimo del hombre americano, se inclinó, influencia sin duda, del ambiente y de la virginidad del suelo argentino, a la Geología y a la Paleontología en las que llegó a una culminación única en el Nuevo Continente, arrancando a las sedimentaciones sus más guardados secretos para gloria de la ciencia y de este país que necesita de ella para ocupar con honra su puesto en el concierto de las naciones más avanzadas ».

La Sociedad Científica Argentina recuerda con devoción la fecha y la subraya consagrando a la memoria del hombre ilustre que honró sus filas, este número de « Anales », la misma publicación en que al pie de sus páginas apareció muchas veces su nombre. Al continuación podrá leerse, como parte de este homenaje, un interesante trabajo de nuestro distinguido consocio, el doctor Máximo Valentinuzzi, relativo a un aspecto poco conocido de la mentalidad de Ameghino.

(1) « Vida y obra del doctor Florentino Ameghino. Contribución a su conocimiento », por Víctor Mercante y Juan B. Ambrosetti, Buenos Aires, 1913.

PRIMER CONGRESO MUNDIAL AMEGHINIANO DE CIENCIAS NATURALES E HISTORICAS AMERICANAS (LUJAN, SAN ANTONIO DE ARECO, MERCEDES Y MAR DEL PLATA - ARGENTINA)

FLORENTINO AMEGHINO COMO BIOLOGO MATEMATICO

POR EL DOCTOR

MAXIMO VALENTINUZZI (*)

Profesor de Fisicoquímica de la Facultad de Ciencias Médicas de Rosario, Argentina.

«*Pretendía que, basándose en las leyes de la mecánica, fuese posible demostrar los principios de la anatomía con geométrica claridad*».

(D. MERESHKOWSKY: La resurrección de los dioses [La novela de Leonardo da Vinci]. Sopena, Barcelona, 1931).

§ 1. INTRODUCCION

La existencia de la *biología matemática* como disciplina científica plenamente definida y en estado de vigoroso desarrollo (Valentinuzzi, 1954) y el hecho de que Florentino Ameghino haya insistido de manera casi orgánica sobre la *metodología matemática* en el cultivo de la zoología en su obra *Filogenia*, así como la circunstancia de que este *Congreso de Ciencias Naturales* ha denominado uno de sus tópicos *Filogenia* o *Zoología Matemática* (**), nos indu-

(*) Con este trabajo el autor rinde homenaje a Ameghino, cuya obra *Filogenia* decidió, en 1923, su vocación por los estudios biológico-matemáticos.

(**) El Congreso Ameghiniano de Ciencias Naturales celebra el Centenario del Nacimiento de Florentino Ameghino, proponiéndose revisar la obra de este sabio conforme al siguiente temario general: A) Antigüedad de las Formaciones Sedimentarias Argentinas en relación con las del resto de América y de otras regiones del Mundo (Descubrimientos y Doctrinas Geológicas); B) Origen, procedencia y antigüedad de las Faunas Mamalógicas de la Patagonia (Descubrimientos y Doctrinas Paleontológicas); C) Genealogía Americana del Hombre y su Antigüedad en la Argentina y en América en relación con el resto de la Tierra (Descubrimientos y Doctrinas Antropogénicas); D) Filogenia o Zoología Matemática y Mi Credo (Doctrinas Evolucionistas e Ideas Filosóficas).

cen a analizar la personalidad científica de este naturalista desde el punto de vista de dicha metodología.

Ya en otras oportunidades (1950, 1952 y 1954) hemos señalado este aspecto de la personalidad de Ameghino, lo que nos ha conducido a calificarlo como el *primer biólogo matemático argentino,* del mismo modo que estimamos a Angel Gallardo como el *primer biofísico argentino* (Valentinuzzi, 1952).

El objeto esencial de este análisis es, por una parte, poner de manifiesto la *amplitud,* la *intensidad* y la *precisión* con que Ameghino concibió la *aplicación de la matemática a la biología* y, por otra parte, esbozar rápidamente los lineamientos según los cuales ha llegado a configurarse hoy la *biología matemática. Nuestra tesis es que, si bien Florentino Ameghino no presenta ningún vínculo de continuidad con los modernos estudios biológico-matemáticos, ha de conceptuárselo como precursor de los mismos en Argentina, con el fin de delimitar la situación de este hombre de ciencia en nuestra evolución cultural y marcar rumbos para su futuro desenvolvimiento.*

§ 2. LOS CONCEPTOS BIOMATEMATICOS CONTENIDOS EN *FILOGENIA*

Tomamos por base para nuestro análisis la obra de Florentino Ameghino titulada *Filogenia,* cuya primera edición se hizo en 1884. Nosotros utilizamos la edición de *La Cultura Argentina,* realizada en 1915.

El objetivo de *Filogenia* es dar los fundamentos para la clasificación natural de los seres vivos. Ameghino trata de lograr ese objetivo mediante una teoría, la *teoría de la evolución,* a la que atribuye valor de « ciencia exacta », denominada restringidamente *transformismo o darwinismo,* aplicando en el desarrollo del trabajo un *espíritu lógico* y, a veces, un *espíritu lógico-matemático.* Aunque en algunos pasajes de la obra demuestre poseer el autor una clara idea de lo que es, substancialmente, la *técnica matemá-*

Para delinear la manera en que se puede llegar a una *matema-*
nio elemental por razones que luego expondremos.

Para delinear la manera a que se puede llegar a una *matematización de la zoología,* Ameghino toma como modelo la *astronomía matemática,* a la cual se refiere más de una vez (*Prólogo,* 9; *Introducción,* 56; Capítulo X, 320; 321); pero el propósito per-

seguido en *Filogenia* es exclusivamente taxonómico genealógico dentro de la zoología (*Prólogo*, 9; 10; 11), como acabamos de anunciar.

Reuniremos los conceptos biomatemáticos contenidos en *Filogenia* en tres grupos, a saber: *a*) *Conceptos generales de fundamentación del método matemático en biología; b*) *Conceptos relacionados con el objetivo del método matemático;* y *c*) *Conceptos relacionados con la técnica matemática.*

a) *Conceptos generales de fundamentación del método matemático en biología.* En el Prólogo (pág. 10) de *Filogenia* dice Ameghino: « Todo resultado reconoce una causa, tiene sus factores. Si reconocemos el resultado y uno o más factores, ¿cómo no poder descubrir los demás? *En aritmética, conociendo el resultado, se determinan los factores* (*V*) (*). En zoología conocemos el resultado, que es el admirable conjunto de los seres actuales, y conocemos un sin fin de factores, que son los extinguidos. Con ayuda de unos y otros ¿cómo no hemos de poder arribar a un resultado satisfactorio? El estudio matemático comparado de la organización de los seres actuales debe darnos por sí solo el conocimiento de los factores que los precedieron; y el descubrimiento de éstos en el seno de la tierra sólo servirá de contraprueba a la prueba. La determinación de estos factores nos dará el camino recorrido para llegar al resultado que conocemos, permitiéndonos reconstruir la genealogía de los seres. Por otra parte, si para restaurar la genealogía podemos recurrir al empleo de los números de modo que quede definitivamente excluído el sentimiento, que el naturalista no sea ya más que una máquina de substracciones y adiciones, tenemos todas las probabilidades de llegar a un resultado satisfactorio ... encontrar la verdadera clasificación natural ».

En el Capítulo X (pág. 320; 321) escribe: « Si la astronomía puede dividirse en dos partes distintas, una matemática y otra puramente de observación y descriptiva, puede hacerse otro tanto con la zoología, pero en ésta sólo la parte descriptiva ha sido hasta ahora objeto del estudio de los naturalistas. La zoología matemática ha sido apenas entrevista por algunos genios excepcionales, que no llegaron a concebir ni formular sus leyes ».

« La astronomía descriptiva se concreta exclusivamente a descri-

(*) Los subrayados nuestros llevan una (V).

bir, sin ayuda del cálculo, las diferentes fases bajos las cuales se nos presentan los cuerpos celestes y las diferentes variaciones y particularidades que, con ayuda de poderosos instrumentos de óptica, observan en ellos los astrónomos. Del mismo modo, la zoología descriptiva, mucho más avanzada que la parte correspondiente de la astronomía, nos da la descripción interior y exterior de los diferentes animales y las afinidades aparentes que presentan entre sí, sin remontar más allá, pues, desde el momento en que el zoólogo quiera estudiar las relaciones verdaderas y fundamentales, tanto morfológicas como genealógicas que tienen entre sí los diferentes seres en el pasado, entra en el campo de la zoología matemática, infinitamente menos avanzada que las astronomía matemática, pero *que debe ser tratada por los mismos principios, sujetando sus resultados a la prueba y a la contraprueba que comporta toda operación numérica* (V)» (*Filogenia,* X, 321).

b) *Conceptos relacionados con el objetivo del método matemático.* Como ya lo hemos señalado, estima que la *teoría de la evolución* (*darwinismo, transformismo*) acusa los caracteres de *ciencia exacta* (*Prólogo,* 11; *Introducción,* 53; 56; 64; 68). ¿Qué pretende alcanzar con esa «ciencia exacta» dentro de la zoología o, generalizando, qué podemos esperar del método matemático aplicado en el campo de las ciencias biológicas? Ameghino lo prefija claramente: «...puesto que los hechos y los fenómenos de que ambos» (*la astronomía y la teoría de Darwin*) «tratan pueden reducirse a fórmulas y leyes, y éstas tienen un grado tal de exactitud», «en ambos campos pueden *predecir hallazgos y descubrimientos desde el bufete* (V), valiéndose únicamente de los números (*Introducción,* 56).

c) *Conceptos relacionados con la técnica matemática.* Bautizar las cosas con un nombre es dar el primer paso en el camino del conocimiento. Esto lo sabe bien Ameghino. Estaría de más que recordásemos la importancia constructiva de las *notaciones* y las *nomenclaturas* [por ejemplo, los trabajos de Viète (1510-1603) y de Descartes (1596-1650) para la matemática; y los de Lavoisier (1743-1794) y Berzelius (1779-1848) para la química]. «Lo que yo necesito, dice, es distinguir esas formas con un nombre para no confundirlas con otras, poder jalonarlas y pasar así sucesivamente de unas a otras» (*Introducción,* 61).

Dijimos ya que Ameghino busca las bases con qué elaborar una clasificación real de los seres vivos. Para lograrla, no cayendo en los defectos de las precedentes, se ha de disponer de « medios seguros, exactos y constantes » (*Introducción,* 113). Estos *medios* sólo pueden ser brindados por el *cálculo matemático.* Ameghino expresa la esperanza de que, en el transformismo, « todo se resolverá un día por ecuaciones, multiplicaciones y divisiones » (*Introducción,* 64). «...si el transformismo es una verdad, podemos ir más allá todavía. Podemos no sólo reconstruir los tipos primitivos de donde derivaron las formas actualmente existentes, sino también, *por medio de simples cálculos* (V), predecir el descubrimiento de nuevas formas » (*Introducción,* 68).

« Es indudable que una ciencia que abrigue pretensiones a ser considerada como exacta en sus procedimientos y resultados, sólo podrá justificar su derecho a ser considerada como tal, substituyendo la parte puramente descriptiva e ilustrada con fórmulas que permitan *abreviar* (V) las descripciones, pasarse hasta cierto punto de las ilustraciones y facilitar los estudios de relación o la parte matemática de la ciencia en cuestión, *formulando proporciones numéricas fijas que se presten a las diferentes combinaciones de que son susceptibles, según el objetivo del calculador* (V)» (X, 321).

« Desde el tiempo de Cuvier se emplearon para el estudio algunos procedimientos que pertenecen a la *zoología matemática* (V), pero, como habían sido imaginados con el objeto de abreviar ciertas descripciones, se les atribuyó una importancia muy mediocre, no alcanzando a comprender el papel preponderante que podrían llegar a desempeñar en la clasificación una vez perfeccionados y aplicados a determinar en número la cantidad (el grado como se dice hasta ahora) de afinidad de los distintos seres » (X, 322).

Surge, pues, de modo absolutamente claro que Ameghino persigue la aplicación de métodos operacionales, lógicos o matemáticos, a la elucidación de los problemas filogenéticos. Se propone discriminar correctamente los entes con que va a proceder, bautizándolos, y, recurra o no a la notación matemática, trabaja sobre el concepto de *ecuación.* « Si el transformismo, como todo lo indica, es una realidad, la restauración de los tipos intermediarios se reduce a un problema bien simple: encontrar por medio de dos números conocidos uno desconocido y su forma será determinada

por el valor de los diferentes caracteres anatómicos en cada uno de los extremos». *Hace ya algunos años que me preocupa este sistema de la aplicación de los números a la determinación de las formas intermediarias que nos son desconocidas* (V) (*Introducción,* 69).

§ 3. LOS RECURSOS MATEMATICOS CONTENIDOS EN *FILOGENIA*

En la obra que nos sirve de fundamento para este estudio aparece puesta en juego una técnica matemática, destinada a llevar a la práctica los conceptos directores analizados en el párrafo precedente, que puede ser desglosada en la siguiente forma: *a*) *Análisis geométrico del cráneo; b*) *Expresión aritmética de la dentadura; c*) *Expresión aritmética y simbólica de la conformación de la extremidad de los miembros locomotores;* y *d*) *Procedimiento de la seriación*. Ameghino deja constancia de que, asimismo, «podrían reducirse a fórmulas fijas las distintas construcciones del carpo, del tarso y aun del cráneo y hasta de la misma columna vertebral en los distintos mamíferos» (X, 345).

a) *Análisis geométrico del cráneo.* «Cuando los huesos que forman la cavidad craneana, dice Ameghino, están atrasados en su proceso de osificación y el desarrollo del cerebro adquiere sobre ellos una ventaja, éste modifica por completo la forma del cráneo. El cerebro, en su desarrollo, como cuerpo blando, hace presión igual en todos sentidos, dando al cráneo *una forma tanto más globular* (V) cuanto mayor es el desarrollo del cerebro, que tiende a conservar la forma esférica, que es la que le permite hacer presión con ventaja en todo sentido y *ocupar el mayor volumen en el menor espacio posible* (V)» (VII, 239). En este pasaje asoma de modo evidente una cuestión de Cálculo de Variaciones que Ameghino, sea porque la leyera en otro lugar, sea porque la concibiere intuitivamente, postula ignorando esa rama de la matemática. Y continúa: «De modo que la forma del cráneo puede darnos datos más positivos sobre el desarrollo del cerebro, que el peso de éste, que estando en relación con el desarrollo corporal, no nos da por sí solo los elementos de una progresión constante, cuyos puntos sean siempre comparables. *Así cuanto más globular sea un cráneo, más avanzado en su evolución se encuentra el cerebro que contiene* (V)» (VII, 239).

Como elementos geométricos para caracterizar el cráneo usa los *puntos de reparo* (*bregma natural, bregma matemático, lambda,* etc.), *líneas* (*línea bregmático-mesocraneana,* por ejemplo), tomados de la antropología clásica o sugeridos por ella (VII, 240; 241; 242). (Topinard, 1885; Boncour, 1912; Avila, 1940). Ameghino considera que, de estos elementos craneométricos, emergen datos ilustrativos del grado de evolución orgánica y psicológica (VII, 243).

En otro párrafo examinaremos este asunto desde un punto de vista más general y moderno (§ 6, c).

b) *Expresión aritmética de la dentadura.* En el inciso *c*) del § 2 hemos transcripto un pasaje en que Ameghino alude a ciertos procedimientos de la zoología matemática empleados desde la época de Cuvier. « El principal de esos procedimientos a que hacemos referencia, añade, es la fórmula dentaria, con la que los zoólogos expresan con unos cuantos números y letras el número de dientes de cada mamífero y la distribución de éstos en caninos, incisivos, carniceros, molares, etc. ». « Estas fórmulas, por lo mismo que no han tenido una aplicación fundamental, quedaron estacionarias hasta ahora, sin ser perfeccionadas y sin adquirir el desenvolvimiento de que son susceptibles, con el cual van a desempeñar en nuestro trabajo un papel importantísimo » (X, 323).

En otro lugar (§ 7) vamos a retomar este asunto; entonces entraremos en el estudio algo más detallado de este recurso matemático utilizado extensamente por Ameghino; para su mejor conocimiento remitimos al texto original. Recordamos ahora sólo que la fórmula dentaria consta, en esencia, de tres símbolos que son, respectivamente, las letras iniciales de los nombres de los dientes (incisivos, caninos y molares), acompañados por un coeficiente aparentemente fraccionario (pues no tiene el sentido de división indicada) cuyo denominador expresa el número de piezas dentarias de la correspondiente clase en el maxilar superior y cuyo denominador traduce el número de piezas dentarias de la correspondiente clase en el maxilar inferior (*Filogenia,* X, 322; 323; etc.; Regny, 1924; Moret, 1948). Sobre esta estructura básica de la fórmula aplica Ameghino diversas variantes simbólicas para referirse a otros caracteres de la dentadura: primera y segunda dentición, tipos de molares, lobulación, radiculación, etc.

A pesar de que se tendría así el comienzo de una técnica de análisis matemático para un sistema anatómico tan importante desde el punto de vista morfológico, fisiológico, taxonómico y paleontológico, que podría adquirir valor heurístico, Ameghino no le confiere a esta simbología nada más que un valor descriptivo (X, 32; 331) y no la hace trascender del dominio elemental, si bien en el planteamiento de la justificación y los propósitos de la metodología matemática aplicada a los *problemas biológicos* (*problemas zoológicos* en concepto ameghiniano restringido), que hemos expuesto en el § 2, *a, b*), aspira a resultados de mayor trascendencia (« *predecir hallazgos y descubrimientos desde el bufete* (V)»). Creemos que a Ameghino no le fué dado alcanzar un mecanismo operacional efectivamente constructivo porque carecía del *concepto de función matemática*. Cabe afirmar, a nuestro juicio, que si hubiese podido disponer de relaciones funcionales en que interviniese el *número* y la *distribución de los dientes,* los frutos de sus elucubraciones hubieran concordado más con sus propios ideales de promotor de la biología matemática. Indudablemente estuvo, empero, cerca del filón de las previsiones matemáticas; para demostrarlo, valga este pasaje: En el estudio de la reconstrucción de las formas intermedias, se comprenderá « la utilidad de las fórmulas, tanto para la zoología puramente descriptiva como para la zoología trascedental y matemática » (X, 362). Algunos ejemplos del Capítulo XI de *Filogenia* corroboran nuestra afirmación (XI, *Hipparion,* 363; *Oveja,* 363; *Scalops,* 364; *Smilodon,* 370; *Conepatus,* 370).

c) *Expresión aritmética y simbólica de la conformación de la extremidad de los miembros locomotores.* Para la estructura morfoanatómica de la extremidad de los miembros locomotores (manos y pies) Ameghino emplea *fórmulas aritméticas y símbolos descriptivos.* « Cuando se encuentra, dice Ameghino, un animal nuevo cuyos miembros presentan en sus extremidades notables diferencias de conformación con los ya conocidos, para explicar estas diferencias hay que dar ilustraciones y llenar páginas enteras de descripciones, mientras que todas esas conformaciones y diferencias son susceptibles de expresarse por medio de fórmulas tan sencillas como las que se ha visto expresan o simbolizan la conformación del aparato dentario » (X, 332; 333).

« Esta fórmula digital, en su expresión más simple, consiste en representar por medio de números los dedos de los miembros anteriores y posteriores, indicando con un número que se coloca arriba los dedos de la mano o del miembro anterior y por otro número que se coloca debajo del primero, del que se encuentra separado por una línea horizontal, los dedos del pie o del miembro posterior » (X, 333). De los dedos, esta fórmula expresa « también cuáles son los existentes, cuáles de ellos son más o menos desarrollados y cuáles los que faltan. Para obtener tal resultado hay que convenir en representar siempre los dedos de los miembros de un mismo costado, sea el derecho o el izquierdo » (X, 333; 334). Sobre esta base viene luego el afinamiento de los detalles, para los cuales remitimos al original: grado de desarrollo, ausencia de dedos, dedos rudimentarios, subsistencia de metacarpianos o metatarsianos solamente, etc.

Estas fórmulas, sin embargo, « sólo nos dan una idea del número de dedos existentes o ausentes, pero sin indicarnos la construcción anatómica del esqueleto interno de las extremidades de los miembros, que presenta combinaciones y diferencias no menos notables, que también puede indicarse en una segunda fórmula que complemente las primera, mostrando el número de metacarpianos y metatarsianos, cuáles y cuántos de éstos están libres o soldados, atrofiados, etc., y el número de falanges de cada dedo » (X, 337; 338). « Esta segunda fórmula se construirá trazando perpendicularmente encima de una barra horizontal para los miembros anteriores, verticalmente debajo de la misma barra para los posteriores, tantas líneas como metacarpianos o metatarsianos tiene el miembro cuya fórmula se quiere dar y luego se colocará en la extremidad de cada línea un número de puntos equivalentes al número de falanges que sostiene cada metacarpiano o metatarsiano » (X, 338). No entraremos en otros detalles (existencia de uñas y pezuñas, soldadura de huesos, etc.).

En cuanto al valor que tienen estas fórmulas digitales en *Filogenia,* podemos decir lo mismo que ya apuntamos respecto a las fórmulas dentarias (*valor descriptivo y comparativo*) (X, 345).

En el § 7 retomamos más detalladamente esta cuestión.

d) *Procedimiento de la seriación.* La lógica deductiva e inductiva de Ameghino entra en pleno juego en la elaboración y la apli-

cación del método que él llama *procedimiento de la seriación.* Los Capítulos XII, XIII y XIV de *Filogenia* están dedicados a este asunto. «Este procedimiento, dice, para la restauración del antecesor de un género, de una familia o de cualquier otro grupo zoológico, es bien simple. Todo el secreto está en determinar la forma primitiva de cada órgano para determinar su dirección evolutiva y luego tomar en cada animal del grupo cuyo antepasado se quiere reconstruir, lo más primitivo que tiene; o en otras palabras: todo órgano que se acerca más a la forma primitiva, es anterior en su forma al mismo órgano más modificado en otro animal; y esta suma mayor de evolución ha partido en un momento dado de la misma forma primitiva del mismo órgano en los otros representantes de la misma familia» (XIII, 415).

El dominio práctico del procedimiento de la seriación exige un sólido, amplio y profundo conocimiento de la anatomía comparada. A primera vista impresiona como un recurso que sólo ordena lo que brinda la observación, no siendo, por lo tanto, de poder heurístico, pero, a medida que se lo estudia y se medita sobre la esencia del mismo, se va captando su riqueza deductiva e inductiva, que refleja la calidad matemática del autor. Sin olvidar la distancia que media entre uno y otro caso no se puede hacer de menos que recordar aquí, a título comparativo, el espíritu que alentó a Mendeleieff en la estructuración de la clasificación periódica de los elementos químicos.

§ 4. LOS PRINCIPIOS BIOMORFOGENETICOS CONTENIDOS EN *FILOGENIA*

Estimamos que, en el Capítulo XI de *Filogenia,* su autor enuncia, tácita o explícitamente, una serie de principios biológicos que, si bien sólo tienen, dentro del sentido de la obra, un significado puramente morfoestructural, encierran nociones vinculadas a la mecánica del desarrollo y son, por consiguiente, biofísicamente interpretables. El análisis biofísico conduce, *a fortiori,* a formulaciones matemáticas.

La evolución orgánica acusa transformaciones por modificaciones estructurales y morfológicas referibles, según Ameghino, a los siguientes principios:

a) Principio de la modificación por disminución de tamaño.
b) Principio de la modificación por aumentación de tamaño.
c) Principio de la modificación por simplificación.
d) Principio de la modificación por complicación.
e) Principio de la modificación por osificación.
f) Principio de la modificación por soldadura.

Estos enunciados expresan conocimientos substancialmente empíricos, exactamente como los que encontramos en la física (*los principios de la termodinámica,* por ejemplo), es decir, emergen exclusivamente de la observación de los hechos naturales de la anatomía; y se admite que tienen un valor universal en la bioesfera, por lo cual se los caracteriza como *principios.* La investigación teórica y experimental puede suponer o encontrar mecanismos íntimos que den la razón de ser de tales principios.

Los principios que acabamos de citar no son todos independientes entre sí. Por ejemplo, el *principio de soldadura* está ligado al *principio de simplificación* y al *principio de osificación.* Además ellos se cumplen simultánea o sucesivamente en los seres vivos.

Vamos a enunciar y a ejemplificar estos principios biomorfogenéticos:

a) Principio de disminución de tamaño. El cuerpo de los seres vivos, así como sus partes anatómicas, evolucionan por achicamiento. Ejemplos: disminución del tamaño del individuo, atrofia de los huesos de la cola (coccix) en algunos vertebrados, dientes rudimentarios (XI, 349; 350).

b) Principio de aumentación de tamaño. El cuerpo de los seres vivos, así como sus partes anatómicas, evolucionan por agrandamiento. Ejemplos: aumento del tamaño de grandes vertebrados actuales y fósiles, aumento del tamaño del cerebro, aparición de trompa (XI, 349; 350).

En el capítulo IV, p. 153 y 156, también aparecen citados estos dos principios.

c) Principio de simplificación. Los seres vivos evolucionan por la aparición de configuraciones que uniforman partes anatómicas que son estructructural, morfológica y funcionalmente diferenciadas. Ejemplos: unión de los huesos del cráneo, disminución del número de mamas, disminución de dientes, disminución del núme-

ro de dedos, aplanamiento de las vértebras (XI, 351; 353; 357; 361; 363; 366; 367; 369).

d) *Principio de complicación. Los seres vivos evolucionan por la aparición de configuraciones estructurales, morfológicas y funcionales numerosas y diversificadas.* Ejemplos: tendencia a la viviparidad, diferenciación de las partes del sistema nervioso, ramificación de los cuernos (XI, 352; 368; 372; 373).

e) *Principio de osificación. Ciertas partes anatómicas de los seres vivos evolucionan por osificación.* Ameghino formula este principio del siguiente modo: « El tipo de vertebrado se manifestó por primera vez en épocas antiquísimas con sus partes óseas actuales confundidas y cartilaginosas, luego empezaron a segmentarse y han ido desde entonces osificándose gradualmente sin que esta tendencia a la osificación haya alcanzado su último límite » (VII, 251). Ejemplos: osificación del esqueleto de los peces, osificación de tendones, osificación del tegumento (XI, 351; 365).

f) *Principio de soldadura. Ciertas partes anatómicas de los seres vivos evolucionan fusionándose entre sí.* Ejemplos: anquilosis de las vértebras en los gliptodontes, unión del cúbito con el radio, unión de la tibia con el peroné, unión de los metacarpianos y los metatarsianos en los pájaros, soldadura de gérmenes dentarios (XI, 356; 357; 358; 361; 368; 373).

Ameghino admite un *principio de irreversibilidad biológica,* que podríamos formular así: *cualquier modificación evolutiva no retrograda.* Tal es el contenido de los siguientes enunciados: « Toda especie o forma perdida no puede volver a reaparecer » (II, 121). « *Todo órgano cartilaginoso que en su evolución progresiva llega a osificarse no vuelve jamás a su estado primitivo, como no sea para desaparecer* » (VII, 251). « *Dos o más huesos que en el curso de su evolución se atrofian y unen íntimamente entre sí, no vuelven a adquirir individualidad propia como carácter normal, pero pueden en algunos individuos aparecer aislados transitoriamente como casos de atavismo confirmativos de esta ley* ». « *Todo órgano que, por una atrofia continuada, desaparece por completo, no vuelve a reaparecer sino como anomalía transitoria y atávica* (VII, 259).

También admite Ameghino un *principio de no repetición.* En efecto, en el Capítulo II, p. 120 y 121, dice: «...las diferentes

especies, según nos lo demuestran la paleontología y las leyes de la evolución divergente, sólo aparecen una vez en la eternidad de los tiempos »; « ninguna de las especies o formas actuales pueden transformarse en otra forma o especie existente por más que ambas se parezcan ».

Los dos últimos principios referidos son más generales que los precedentes.

En la aparición y la desaparición de las caracteres se producen desplazamientos cronológicos que Ameghino involucra en formulaciones que podríamos clasificar también como principios: *desaparición por reincorporación y desaparición por eliminación* (XII, 379).

§ 5. LA FORMACION MATEMATICA DE AMEGHINO

Miguel Faraday (1791-1867) (Crowther, 1945, *a*) dió al mundo científico descubrimientos e ideas trascendentales: obtención de corrientes eléctricas mediante campos magnéticos, influencia del campo magnético sobre la luz, ideas sobre la naturaleza de la luz, hipótesis sobre la naturaleza de las relaciones entre la electricidad y la gravitación, leyes de la electrolisis, etc., La repercusión de esas ideas, hipótesis y descubrimientos de Faraday en el dominio fisicomatemático es inmensa: Faraday es el principal precursor de la Teoría de la Relatividad; de Faraday se llega a Einstein pasando por Maxwell, quien expresó matemáticamente las ideas teóricas de Faraday. Sin embargo, la preparación matemática de Miguel Faraday era elemental. Dice Crowther que es impresionante la obra realizada por este genio científico con la experimentación, la imaginación y la regla de tres; la importancia de la técnica matemática puede, muchas veces, resultar secundaria, siendo, en cambio, substancial la corrección de las concepciones y de las interpretaciones de los hechos originales, surgidas de la imaginación.

James Prescott Joule (1818-1889) (Crowther, 1945, *b*) descubrió numerosos hechos referentes a los imanes y al electromagnetismo, introdujo en la física métodos para determinar valores absolutos, halló la ley que permite calcular el calor producido por la corriente eléctrica, estudió la equivalencia entre trabajo y calor, la relación entre electricidad y afinidad química y concibió la teoría dinámica del calor. « La obra teórica y experimental de Joule su-

ministró los datos necesarios para el desarrollo matemático de la teoría del calor, y esto fué realizado por Clausius, Thomson y Rankine. Este campo le quedó vedado a Joule por no ser un matemático» (Crowther, 1945, *b*).

¿Cabe, pues, la existencia de una mente matemática sin preparación matemática? Los ejemplos de Faraday y Joule, así como otros que se podría citar, contestan afirmativamente nuestra pregunta. La mente matemática, como el alma de poeta y el alma de músico, se poseen innatamente, y la formación técnica, literaria o musical, la despierta y la desenvuelve. Quizás haya mayor número de matemáticos, poetas y músicos entre individuos incultivados que entre aquéllos que han podido adquirir los recursos expresivos de la evolución cultural.

No debemos confundir la *matemática* con las *aplicaciones de la matemática*. El *pensamiento matemático puro es pensamiento postulacional*, esto es, consiste en un *articulado formal* sin contenido preestablecido, que persigue el análisis de las posibilidades lógicas; cuando a ese articulado formal se le da un contenido (propiedades y relaciones de números, configuraciones espaciales, variables reales y complejas, grupos, datos estadísticos, velocidades, aceleraciones, fuerzas, energías, campos, transformaciones, crecimiento, tamaños, magnitudes económicas, magnitudes psicológicas, etc., etc.) queda convertido en *pensamiento matemático aplicado* (Keyser, 1947).

A nuestro juicio, Florentino Ameghino es un caso de *mente matemática incultivada*; no lo consideramos un precursor dentro de la biología matemática en virtud de haber empleado en su discurso algunas notaciones matemáticas, sino en cuanto hay en el desarrollo de sus ideas concatenaciones postulacionales. Una amplia capacidad de observación, una labor rigurosamente disciplinada, una cerebración lógica, inductiva y deductiva, y una fecunda imaginación científica integran su personalidad psicológica. Tal personalidad dió todo lo que pudo dar en nuestro medio social y en su época. « Su capacidad de trabajo sólo fué igualada por su riqueza imaginativa: condición simultánea de sus mejores videncias y de sus posibles errores. Sin ella habría sido un óptimo coleccionista; nunca un sabio genial. Esa imaginación poderosa le permitió suplir las originarias deficiencias de su cultura en tan diversas especia-

lidades y volar de hipótesis en hipótesis, sin detenerse mucho en rectificaciones de detalle que le habrían esterilizado: tantos fueron los hechos nuevos sometidos a su examen que no habrían bastado para ello los pocos años de una vida humana» (Ingenieros, 1951).

La preparación intelectual oficialmente adquirida por Ameghino se reduce a la que le brindara, por una parte, la Escuela Municipal de Mercedes entre 1862 y 1867 y, por otra parte, la Escuela Normal de Preceptores de Buenos Aires, de 1868 a 1869 (Ingenieros, 1951; Miranda, 1954). Esta última le otorgó un título mínimo, el de *subpreceptor,* cuando tenía quince años de edad; el de *doctor honoris causa,* de la Universidad de Córdoba, a los treinta y uno, vino como consecuencia de su singular tarea autodidáctica (Babini, 1953). «El esfuerzo autodidáctico se trasunta en su producción entera; mucha parte de su labor fué disipada en aprender por tanteos sucesivos ciertas nociones que no pudo estudiar con método desde el comienzo» (Ingenieros, 1951).

Como se puede colegir en base a estos antecedentes, la preparación matemática de Ameghino no superó a los conocimientos elementales de geometría y aritmética. Esta inferencia se corrobora por las nociones que emergen en *Filogenia*: las cuatro operaciones fundamentales, la extracción de raíces, el concepto de ecuación, la relación por cociente, el tanto por ciento y el análisis de formas naturales (cráneo) por recursos geométricos (puntos, rectas, ángulos).

Apoyándose en estos limitados y escasos recursos de instrumental matemático (§ 3) se enfrenta con los grandes problemas de la biología matemática que barrunta desde el ángulo de la Teoría de la Evolución (§ 2).

§ 6. EL ESTADO DE LA INVESTIGACION BIOLOGICO-MATEMATICA DESDE LA EPOCA DE AMEGHINO HASTA NUESTROS DIAS

Los intentos de someter los fenómenos biológicos a los métodos analíticos matemáticos, especialmente desde el punto de vista estadístico, habían logrado ya éxitos estables durante el período de tiempo que abarcó la existencia de Ameghino (1854-1911) (*). Lam-

(*) Según la comunicación de A. R. J. Paoli, *Sobre el lugar del nacimiento del paleontólogo Florentino Ameghino,* presentada a este *Congreso Mundial de Ciencias Naturales,* nuestro sabio nació en Moneglia (Génova), el 19 de septiembre de 1853.

berto Adolfo Jacobo Quételet (1796-1874) había edificado, en 1871, una ciencia biométrica del ser humano, la *antropometría*; Francisco Galton (1822-1911) había conducido a un alto grado de desenvolvimiento el estudio cuantitativo de los hechos hereditarios; Carlos Pearson (1856-1936) había superado a sus predecesores en esta clase de estudios; y Angel Gallardo (1867-1934) se había ocupado de los mismos en Argentina, entre 1901 y 1910 (fitoestadística, polígonos de variación, herencia, etc.) (Valentinuzzi, 1952).

Ameghino parece ignorar todo esto. Da la impresión de que se encamina autodidácticamente, como es su hábito, hacia la misma meta por otra ruta que se origina en algún impulso inicial debido a Jorge Leopoldo Cristino Cuvier (1769-1832). En efecto, en el § 2, *c*), así como en el § 3, *b*), hemos transcripto un pasaje de *Filogenia* (X, 321; 322) que es significativo en este sentido. Si Ameghino no ignoró los procedimientos bioestadísticos, puede ser que no los comprendiera o no le interesaran. De cualquier modo que fuese, es probable que aspirase a métodos como los que han prosperado en fechas más recientes, métodos que han configurado la *biología matemática analítica*.

Para evaluar el contenido biomatemático de *Filogenia* estimamos necesario referir resumidamente, casi en forma de simple esquema, los temas del dominio biológico-matemático actual que pueden entrar en conexión con el libro objeto de nuestro análisis.

En otro lugar (Valentinuzzi, 1954) nos hemos preocupado por definir y delimitar el sentido que acusa esta clase de estudios, remitiendo, sobre todo, a las fuentes bibliográficas.

a) *Metodología biomatemática*. *Filogenia* fué publicada en 1884 por primera vez; Ameghino falleció en 1911; después de 1884 no se ocupó más, a lo menos sistemáticamente, de las diversas cuestiones que lo llevaban de modo directo a la biología matemática.

La biometría, en vigoroso desarrollo ya en vida de nuestro naturalista, quizás ignorada por él, como hemos dicho hace un momento, continuó su florecimiento. La biometría es hoy disciplina de enseñanza común en las universidades. Para recoger una información cabal nos basta revisar algunas de las numerosas obras sobre biometría y los hermosos trabajos contenidos en *Biometrika*, revista fundada por Carlos Pearson en 1901 (Pearson, 1948; Valentinuzzi, 1954). Esta rama del conocimiento ha explorado mu-

chos problemas tratados, entrevistos o planteados por Ameghino: correlación anatómica (VIII, 266; 278) (Pearson, 1948; Pearson y Woo, 1935); influencia del número de antecesores (VII, 224) (Pearson, 1903); estabilización tipológica (VII, 234) (Pearson y Lee, 1903); evolución del cerebro (VII, 237; 239) (Pearson y Woo, 1935).

En el sentido matemático analítico aconsejamos buscar información sobre el desenvolvimiento de la biología matemática en la colección de *The Bulletin of Mathematical Biophysics*, revista fundada por Nicolás Rashevsky en 1939 (Rashevsky, 1946, *b*; Valentinuzzi, 1954). Esta tendencia biomatemática ha escrutado cuestiones tocadas en *Filogenia*: morfoanatomía de los miembros locomotores (VIII, 279; 282) (Rashevsky, 1946); tamaño corporal (VII, 234) (Rashevsky, 1943, *a*; 1948).

b) *Teoría de la Evolución.* Carlos Pearson consagró, entre 1894 y 1911, una serie de memorias al estudio de la Teoría de la Evolución desde el punto de vista bioestadístico. Bajo el título general de dicha serie, *Contribuciones matemáticas a la Teoría de la Evolución* (Pearson, 1948), aparecen estudiados diversos temas, especialmente temas referentes a la herencia (ley de herencia ancestral, homotiposis, influencia de la selección natural sobre la variabilidad y la correlación de los órganos, leyes de Mendel, etc.). Las investigaciones de Pearson y su escuela conducen a la posibilidad de prever los caracteres de la descendencia en base a los datos biométricos de los padres y los antecesores, siendo esa previsión tanto más exacta cuanto mayor es el número de individuos genealógicamente precedentes que se tome en cuenta para el cálculo estadístico. Los vínculos cuantitativos entre los individuos de una dada línea genealógica, que se miden por el coeficiente de correlación, responden, desde el punto de vista de la contribución genética, a una serie matemática ya estudiada por Galton y mejor precisada por Pearson (Pearson, 1903).

Las investigaciones biométricas han llevado a la certidumbre de que, aun en cuanto a caracteres inesenciales, no se encuentra la especie humana en un estado estable, sino que acusa modificaciones tipológicas producidas por diversas acciones. Bastan pocas generaciones para cambiar una raza humana (Pearson y Lee, 1903).

El *principio de evolución* hoy está amplia y definitivamente con-

solidado en el terreno biológico (Regny, 1924; Hogben, 1947; Moret, 1948; Carter, 1951; Kusnezov, 1954) y su explicación profunda reside en los mecanismos cromosómicos (Sirlin, 1954, *a, c;* Reissig, 1954, *a, b*). Las transformaciones morfoanatómicas y fisiológicas de los seres vivos les aseguran una organización más estable (mecanismos adjustores), un mayor contenido energético y un mayor radio de acción mesológica (Lotka, 1948; Kusnezov, 1954).

c) *Análisis de las formas y las estructuras anatómicas.* Alberto Durero (1471-1528), artista del Renacimiento Alemán, se ocupó de las proporciones del cuerpo humano (Bertalanffy, 1942) y dió las bases de un método geométrico para analizar las relaciones morfológicas que D'Arcy Thompson desarrolló ampliamente con el nombre de *Teoría de la Transformación* (Bertalanffy, 1942; Bonin, 1943). Este método consiste esencialmente en obtener la *transformación de una forma orgánica en otra mediante la transformación de un sistema de coordenadas.* D'Arcy Thompson ha logrado así pasar de la *morfología del cráneo del caballo actual* (*Equus*) *a la morfología del cráneo de predecesores del caballo (Mesohippus y y Protohippus) y de formas colaterales de este phylum (Parahippus).* Las reconstrucciones hechas geométricamente de esta manera coinciden con los datos de la paleontología (fig. 1) (Moret, 1948). Notabilísimos resultados se ha logrado asimismo en el estudio de la pata de caballo (fig. 2), en cuyo análisis la aplicación de la *ecuación alométrica* afina la evaluación cuantitativa del proceso de transformación morfológica (Bertalanffy, 1942).

El examen biométrico del cráneo ha merecido minuciosos trabajos en estos últimos años, aplicando, entre otros recursos, la teoría de la correlación y algunos conceptos geométricos (Wagner, 1935; Pearson y Woo, 1935). Del estudio biométrico del cráneo han surgido algunas conclusiones que acusan, a nuestro juicio, interés general. En efecto, a pesar de las correlaciones existentes, no se puede predecir la forma y el tamaño de un hueso fundándose en la forma y el tamaño de otro hueso. Este concepto concuerda con la crítica hecha por Ameghino a las afirmaciones de Cuvier (VIII, 269). Referente al conjunto encefalocraneano, queremos señalar que la conclusión bioestadísticamente establecida por Pearson y Woo (1935) de que, en realidad, la herencia se hace sentir sobre el cerebro, siendo configurados el tamaño y la forma

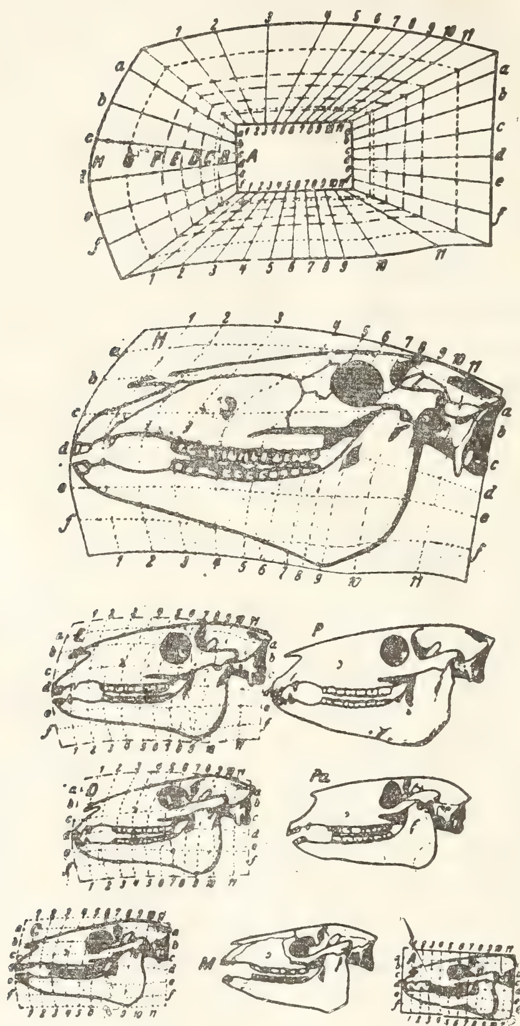


Fig. 1. — Transformación de coordenadas en la serie de los *Equidos* según Thompson. El cráneo de *Hyracotherium* ha sido inscripto en un simple sistema de coordenadas cartesianas (*A*) y éste ha sido progresivamente transformado, con agrandamiento simultáneo, como lo indica la figura superior, de tal manera que *H* representa, en forma correctamente proporcional, la red coordenada correspondiente al caballo moderno (*Equus*). Por interpolación resultan así formas craneanas teóricas, de las cuales han sido dibujadas aquí la *C*, la *D* y la *E*. A las etapas intermedias *C* y *E*, teóricamente construídas, corresponden exactamente los cráneos fósiles de *Mesohippus* (*M*) y *Protohippus* (*P*), que se consideran asimismo, en general, como formas predecesoras del caballo moderno. Por el contrario, es mala la coincidencia de la forma hipotéticamente construída *D* con *Parahippus* (*Pa*), que más se aproxima a este estadio, pues el cráneo de *Parahippus* es más largo, más elevado y más estrecho. Cabe deducir de la transformación que *Parahippus* no está en la línea directa que va de *Eohippus* a *Equus*, sino que representa una rama lateral, lo cual concuerda con la paleontología. La transformación de coordenadas se demuestra así como un valioso método exacto para restablecer o revísar series filogenéticas (Bertalanffy, 1942, fig. 82).

del cráneo como consecuencia del comportamiento de aquél, fué formulada por Ameghino. En efecto, en el Capítulo V, p. 169, se refiere a este concepto, y en el Capítulo VII, p. 239, de *Filogenia*, que ya citamos (§ 3, *a*), dice: « El cerebro, en su desarrollo, como

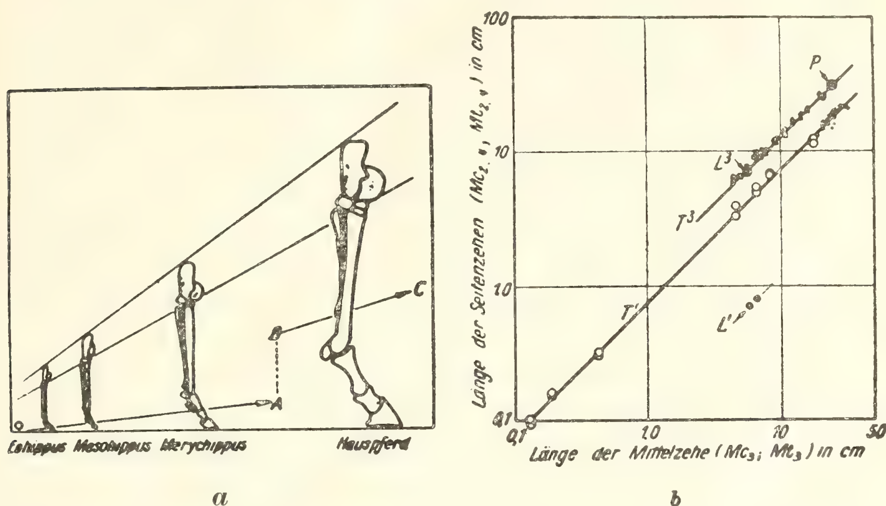


FIG. 2. — Desarrollo de la pata del caballo. La fig. *a* muestra, en la pata derecha posterior de la serie de los *Equidos*, dos modos diferentes de desarrollo: en la serie de tres dedos de *Eohippus* a *Merychippus*, el progresivo alejamiento de los dedos laterales respecto al suelo (según la línea *O* .... *A*), lo cual deja a los mismos sin función, seguida por la reducción brusca de los dedos laterales al estado de huesos estiloides (*A* ... *B*), no existiendo en la ontogenia del caballo moderno el trayecto filogenético *O* .... *A*. La fig. *b* muestra estas dos series de desarrollo en representación alométrica. La recta superior T^3 reproduce el desenvolvimiento del caballo de tres dedos. Los cuadrados (□) se refieren a *Hyracotherium* y *Eohippus*, los triángulos (△) a *Mesohippus* y *Merychippus*, *P* a un caballo moderno polidáctilo; en la misma línea de desarrollo tambien se encuentra el camello extinguido *Litopterna* (L^3), semejante al caballo, forma de tres dedos, la cual, en este sentido, parece cuantitativamente idéntica al caballo de tres dedos. La línea T^1 da la transformación en huesos estiloides de los correspondientes huesos del caballo moderno de un dedo. Círculos claros (*O*), caballo moderno fetal; círculos llenos pequeños (●), caballo adulto; cruces (+), caballo extinguido de un dedo. L^1 indica la mutación paralela en *Litopterna* unidáctila. Las ecuaciones alométricas de las líneas T^3 y T^1, casi paralelas, son: $y = 1{,}4\ x^{0{,}98}$; $y = 0{,}75\ x^{0{,}99}$. Según Robb (Bertalanffy, 1942, fig. 86) (*Hauspferd*: cabalo doméstico; *Länge der Seitenzehen*: longitud de los dedos laterales; *Länge der Mittelzehe*: longitud del dedo medio).

cuerpo blando, hace presión igual en todos sentidos, dando al cráneo una forma tanto más globular cuanto mayor es el del cerebro, que tiende a conservar la forma esférica, que es la que permite hacer presión con ventaja en todo sentido y ocupar el mayor volumen en el menor espacio posible ». A este proceso le da Ameghino asimismo un valor etnoantropatogenético (XI, 354). Los úl-

timos trabajos han introducido novedades técnicas en la antropometría (Wagner, 1935; Males, 1948, *b;* Orlandini y Males, 1948) y también han delimitado su valor (Males, 1948, *a*).

La Escuela Biofísica de Chicago ha sometido a los métodos de la biología matemática los problemas que plantea la morfología de las plantas y de los animales. Se parte en estas investigaciones de un concepto biodinámico clásico, bien conocido por Ameghino: *la forma de cualquier organismo es determinada por las necesidades impuestas por la realización de ciertas funciones biológicas.* Las magnitudes intervinientes son fuerzas mecánicas específicas, la masa orgánica, el metabolismo, etc. La locomoción (marcha terrestre, natación y vuelo) es primordialmente morfogenética (Rashevsky, 1944; Moret, 1948).

En base a consideraciones puramente mecánicas cabe obtener algún esclarecimiento de la razón de ser de la estructura de las extremidades de los animales cuadrúpedos, asunto al cual Ameghino prestó especial atención desde el punto de vista filogenético (XI, 354; 356; 361, 407). Rashevsky dice: « In a very rough way, a quadruped may be considered from a machanical point of view as a bar supported at it ends. This sets definite limits to the length of the trunk for a given width. The actual supporting structure is the vertebral column. However, not only the ribs, but even the soft muscular and other tissues contribute to some extent to the mechanical strength of the trunk. The study of different factors and conditions affecting the mechanical strength of the trunk of quadrupeds is a most interesting, but extremely complex problem. Its development will result in many relations which will offer clues for biometric studies » (Rashevsky, 1944; 1946, *a*, y 1948; Householder, 1945).

El análisis de las estructuras anatómicas ha sido planteado en el terreno matemático por Rashevsky (1944), refiriéndolas a argumentos dinámicos: « The size and shape of different internal organs may also be considered as determined by the requirements put on them by the perfomance of their functions. Hence a general physico-mathematical theory of organic form should include the internal structure of animals as well as their external shape ». Lotka (1948) funda la explicación de los hechos fisiomorfogenéticos en una noción bioenergética muy general. A su juicio, en

la evolución orgánica, la estructura y las propiedades mecánicas de los componentes del sistema biológico, de los cuales depende su aptitud de captar energía, desempeñan un papel dominante.

Si se proyecta el espíritu de búsqueda científica del dominio morfogenético al dominio de las determinaciones bioquímicas, para descubrir las relaciones funcionales entre los hechos anatómicos y los procesos fisicoquímicos fundamentales del ser vivo, se abre un horizonte científico inmenso (estímulos morfogenéticos, mecanismos morfogenéticos, significado fisiológico y bioquímico de la ecuación alométrica, etc.) (Bertalanffy, 1942; Householder, 1944).

d) *Embriogenia.* En el Capítulo IX de *Filogenia* su autor evalúa la *embriología,* la *teratología* y la *paleontología* desde el punto de vista evolutivo y taxonómico. Actualmente la investigación biomatemática y bioquímica ha atacado los problemas embriológicos en sentido embriogenético, encaminándose los trabajos a la búsqueda de mecanismos y afinidades biológicas más profundas, las cuales amplíen, corroboren o rectifiquen las ideas clásicas, que son las que informaron a Ameghino. El análisis matemático de la acción de fuerzas de difusión en agregados de células metabolizantes conduce a la explicación mecánica de la formación de cavidades embrionarias (Rashevsky, 1940, *a*). Se ha conseguido, asimismo, plantear en términos biofisicomatemáticos el proceso de la gastrulación, la formación de pliegues, etc. (Rashevsky, 1940, *b, c, d*). Consideramos de interés señalar también que se ha avanzado en el conocimiento de los factores químicos de los mecanismos embriogenéticos (Dorfman, 1945).

e) *Principios generales y fundamentales.* Como lo hemos destacado ya (§ 4), Ameghino persiguió en *Filogenia* la *formulación de principios generales y fundamentales.* Esas enunciaciones implican una profunda aspiración filosófica a las generalizaciones. El provecho máximo de una generalización surge cuando es matemáticamente expresable (ley general de los gases, ley de la gravitación universal, principios de la termodinámica, etc.). Hoy se ha avanzado apreciablemente en tal sentido en biología matemática.

El mundo orgánico globalmente considerado se caracteriza por una incesante interacción entre diferentes organismos, la cual involucra intercambios de materia y energía. Si se postula como principio que *los procesos vitales evolucionan de tal manera que tien-*

da hacia un valor máximo el flujo de energía en el mundo orgánico (Rashevsky, 1943, *a, b, c;* Lotka, 1948), se tiene el punto de partida para la interpretación cuantitativa de los hechos y los fenómenos biológicos. El enunciado que acabamos de dar es el *principio de Lotka-Rashevsky.* Primeramente lo estableció Lotka y, luego, le dió forma matemática Rashevsky (1943, *b*). Sea F una función de ciertos parámetros biológicos $x_1, x_2, \ldots x_n$, que determinan los intercambios de energía de un sistema biológico, y de sus derivadas $\dot{x}_1, \dot{x}_2, \ldots \dot{x}_r$; H la función hamiltoniana que depende de las coordenadas generalizadas q y de los momentos p; $f_i \frac{dx_i}{dt}$ las fuerzas de fricción y τ una constante universal, característica de los fenómenos biológicos. La expresión matemática del *principio de Lotka-Rashevsky es*:

$$\delta \int_{t_1}^{t_2} \left(\tau\, \delta F - \delta H - \sum_i f_i \frac{dx_i}{dt}\, \delta x_i \right) dt = 0.$$

De esta condición extremante derivan las ecuaciones

$$f_i \frac{dx_i}{dt} + \frac{\partial H}{\partial x_i} - \tau \frac{\partial h}{\partial x_i} = 0,$$

que se refieren a *sistemas biofísicos.* Dichas ecuaciones se desglosan en dos grupos: unas son propias de los *sistemas anorgánicos* (*físicos*),

$$f_i \frac{dx_i}{dt} + \frac{\partial H}{\partial x_i} = 0;$$

y, otras, son propias de los *sistemas orgánicos* (*biológicos*),

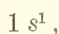
$$f_i \frac{dx_i}{dt} - \tau \frac{\partial h}{\partial x_i} = 0.$$

Estas ecuaciones pueden ser aplicadas al estudio de las formas paleontológicas, los procesos biosociales y las correlaciones anatomofuncionales, así como al análisis del origen de la materia viviente y del proceso de organización de la misma (Rashevsky, 1943, *a, c*).

El *principio de Lotka-Rashevsky* se halla vinculado al *principio general de la evolución: la tendencia general del mundo de los seres vivos es la de alcanzar un mayor dominio sobre la materia anorgánica* (Kusnezov, 1954).

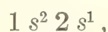
§ 7. INTERPRETACION ACTUAL Y VALOR DEL CONTENIDO BIOMATEMATICO DE *FILOGENIA*

En el estudio de la configuración de los átomos se ha adoptado una nomenclatura descriptiva que consiste en designar por letras las órbitas en que se hallan los electrones, por un coeficiente la capa a que pertenece la órbita y por un exponente el número de electrones que existen en cada órbita. Por ejemplo, la configuración electrónica del hidrógeno es



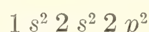
$$1\,s^1,$$

simbolización que significa que hay un electrón en la órbita s de la primera capa; la del litio es



$$1\,s^2\,2\,s^1,$$

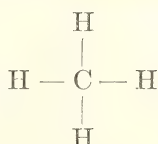
lo cual expresa que hay dos electrones en la órbita s de la primera capa y un electrón en la órbita s de la segunda capa; y la configuración del átomo de carbono es



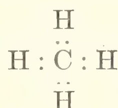
$$1\,s^2\,2\,s^2\,2\,p^2$$

es decir, existen dos electrones en la órbita s de la primera capa, dos en la s de la segunda capa y dos electrones en la órbita p de la segunda capa.

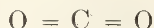
En el estudio de las moléculas se utiliza esquemas de ligadura que facilitan el trabajo comparativo. Por ejemplo, la molécula del metano, compuesta por átomos de hidrógeno y carbono, CH_4, se expresa por el siguiente esquema estructural:



Pero se detalla más la configuración si se indica el número de electrones que intervienen en cada ligadura:



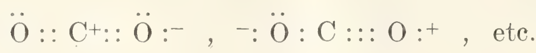
El dióxido de carbono presenta este esquema de ligadura:



Recurriendo a la representación electrónica se tiene:

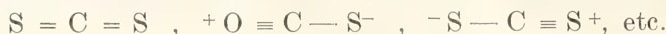


Pero caben otras posibilidades:



Los signos expresan las cargas eléctricas iónicas.

Para el disulfuro de carbono tenemos:



Podríamos multiplicar los ejemplos, pero, para nuestro objeto, bastan los citados (Pauling, 1945).

La fórmula dentaria del hombre es

$$\frac{2}{2}\,i\,\frac{1}{1}\,c\,\frac{5}{5}\,m = 32,$$

o sea, posee dos pares de incisivos superiores (por cuanto la fórmula se refiere a una mitad de los maxilares) y dos pares inferiores, un par de caninos superiores y un par de inferiores y cinco pares de muelas superiores y cinco inferiores, todo lo cual da un total de treinta y dos dientes (X, 323).

La fórmula dentaria del perro es

$$\frac{3}{3}\,i\,\frac{1}{1}\,c\,\frac{6}{7}\,m\left(\frac{3}{4}\,p\,r\,m\,\frac{1}{1}\,c\,a\,r\,\frac{2}{2}\,t\right) = 42,$$

es decir, hay tres pares de incisivos superiores y tres pares inferiores, un par de caninos superiores y un par de caninos inferiores, seis pares de muelas superiores y siete pares inferiores, de las cuales tres pares superiores y tres pares inferiores son premolares, un par de superiores y uno de inferiores son carniceros y dos pares de superiores y dos inferiores son tuberculosos. En total, este animal posee cuarenta y dos dientes (X, 325).

La fórmula dentaria del topo es

$$\frac{\dot{3}}{\underset{\cdot}{4}}\, i\, \frac{\ddot{1}}{\underset{\cdot\cdot}{1}}\, c\, \frac{\bar{7}}{\underline{6}}\, m \left(\frac{\ddot{3}}{\underset{\cdot\cdot}{3}}\, p\,r\,m\, \frac{\overset{\cdots}{2}}{\underset{\cdot\cdot}{3}}\, \frac{\overset{::}{1}}{0}\, \frac{\overset{\therefore}{1}}{0}\, p\,s\,t\,m \right) = 44,$$

o sea, este animal tiene tres pares de incisivos superiores y cuatro de incisivos inferiores, pequeños y unirradiculares; un par de caninos superiores y un par de inferiores grandes y birradiculados; siete pares de muelas superiores y seis de muelas inferiores todas radiculadas, de las cuales tres pares de premolares superiores y tres pares de inferiores son birradiculadas, dos pares de postmolares superiores son de tres raíces y tres pares de postmolares inferiores con dos raíces, un par de postmolares superiores con cuatro raíces y un par de postmolares, igualmente superiores, con tres raíces. En total, cuarenta y cuatro dientes (X, 331).

La fórmula digital del perro es

$$\frac{5}{4},$$

la cual significa que este animal tiene cinco dedos en el miembro anterior y cuatro en el posterior (X, 334-335). A la vizcacha le corresponde esta fórmula digital:

$$\frac{-\,4}{-\,3\,-}$$

Expresa que, en este animal, hay cuatro dedos en el miembro anterior y tres en el posterior, falta el dedo interno o pulgar en el miembro anterior y, en el miembro posterior, faltan el primer dedo y el quinto dedo (X, 335).

Para el megaterio se tiene

$$\frac{\cdot\,3^{1}}{=\,1^{2}}$$

o sea, en el miembro anterior hay tres dedos completos, el externo es rudimentario y el primero está representado por el metacarpiano; en el miembro posterior existe un dedo completo, el cuarto dedo y el quinto son rudimentarios y faltan el primero y el segundo (X, 335).

Mediante una segunda fórmula más objetiva es posible dar cuenta de la construcción anatómica del esqueleto interno de las extremidades de los miembros (X, 337). Por ejemplo, traduciremos la conformación de las extremidades de los miembros locomotores del caballo así:

$$\frac{-\ddot{1}-}{-\ddot{1}-} \qquad \begin{array}{c} \wedge \\ \vdots \\ | \; | \; | \\ \hline | \; | \; | \\ \vdots \\ \vee \end{array}$$

Vale decir, este animal tiene un solo dedo completo en cada pie, con tres falanges distintas, la última envuelta por una pezuña (vaso); los dedos laterales a éste están representados por metacarpianos y metatarsianos atrofiados, de los cuales no existe sino la parte superior; faltan los dedos interno y externo.

Otro ejemplo, el del carnero:

$$\frac{-\ddot{2}}{-\ddot{2}} \qquad \begin{array}{c} \wedge \quad \wedge \\ \vdots \quad \vdots \\ |+|+|+| \\ \hline |+|+|+| \\ \vdots \quad \vdots \\ \vee \quad \vee \end{array}$$

En este animal hay dos dedos completos, con pezuña; de otros dos sólo existen los metacarpianos y los metatarsianos; todos estos huesos están soldados entre sí.

Ameghino no atribuye a las fórmulas dentarias y digitales otro valor que el de recursos de descripción abreviada de hechos morfoanatómicos (X, 331; 333; 345). En el estado actual de la ciencia nosotros creemos que estas expresiones son pasibles de una interpretación más profunda y, por lo tanto, pueden adquirir interés constructivo y heurístico. Las fórmulas de configuración electrónica que emplean los físicos, los químicos y los fisicoquímicos, y de las cuales hemos dado algunos ejemplos, acusan, además de su poder descriptivo, un *sentido funcional.* Mediante la mecánica ondulatoria se logra, en efecto, una traducción analítica de esas configuraciones, cuyos entes matemáticos son las funciones de onda ψ. Estas funciones satisfacen la *ecuación de Schrödinger* correspondiente al

sistema cuya configuración se estudia. La configuración está ligada a un determinado *estado energético*. Si se modifica éste cambia la configuración atómica y debe alterarse la descripción simbólica vista al comienzo; toda transformación configuracional es correlativa de una transformación energética.

Desde Juan Gregorio Mendel (1822-1884) hasta Thomas Hunt Morgan (1866-1945) las investigaciones sobre evolución y herencia condujeron al establecimiento de la correspondencia entre estructura cromosómica y atributos biológicos (Hogben, 1947; Reissig, 1954, *a, b*; Sirlin, 1954, *a, b*).

Las fórmulas anatómicas descriptivas a que nos hemos referido son correlativas de disposiciones cromosómicas; éstas se fundan, esencialmente, en configuraciones atómicas. *Todo estado estructural cromosómico sería traducible en términos de funciones de onda y, por lo tanto, cualquier transmutación morfológica correspondería al pasaje de un estado energético a otro.*

Estamos, así, en plena *biología molecular cuántica,* disciplina que emerge en algunas cuestiones o ya está en desarrollo respecto a otras (Sirlin, 1954; Valentinuzzi, 1954). *Esta novísima orientación científica confiere al pensamiento formalista de Ameghino un contenido biofísico imprevisto.*

Un análisis crítico de los principios que hemos ordenado en el § 4, hecho en base al conocimiento actual en materia de evolución y genética, nos podría precisar su valor, sea desde el punto de vista de la mecánica del desarrollo, sea desde el punto de vista cromosómico. En relación con la estabilidad de las modificaciones cromosómicas (Hogben, 1947) nos resulta interesante este pasaje de Ameghino: las razas, variedades o especies « poseen caracteres tanto más fijos cuanto se remontan a tiempos más antiguos y tanto más variables cuanto son de origen más moderno » (III, 137). Dichos principios cobran importancia en relación con el proceso organizativo biológico (Rashevsky, 1943, *c*). En particular, el *principio de irreversibilidad biológica* halla hoy en el *concepto de organización* termodinámicamente estimado (Schrödinger, 1946 y 1947) y en el *concepto de diectropía* de Fantappié (Valentinuzzi, 1954) nuevas posibilidades de estudio.

Referencias bibliográficas

AMEGHINO, F. 1915. — « Filogenia. Principios de clasificación transformista basados sobre leyes naturales y proporciones matemáticas ». La Cultura Argentina, Buenos Aires.

AVILA, B. DE. 1940. — « Antropometría e desenvolvimiento físico. Métodos e pesquisas de antropología física ». Río de Janeiro.

BABINI, J. 1953. — « Florentino Ameghino ». *Ciencia y Tecnología*, **3**, nº 11, octubre-diciembre, p. 157.

BERTALANFFY, L. VON. 1932 y 1942. — « Theoretische Biologie ». Gebrüder Borntraeger, Berlin-Zehlendorf.

BONCOUR, G. P. 1912. — « Antropologie anatomique ». O. Doin et Fils, Paris.

BONIN, G. VON. 1943. — « Comentario sobre el libro de D'Arcy Wentworth Thompson "On growth and form" ». *The Bulletin of Mathematical Biophysics*, **5**, p. 111.

CARTER, G. S. 1951. — « Animal evolution. A study of recent views of its causes ». Sidgwick and Jackson, London.

CROWTHER, J. G. 1945. — *a* « Humphry Davy y Michael Faraday (Hombres de ciencia británicos del siglo XIX) ». Colección Austral. Espasa-Calpe Argentina, S. A., Buenos Aires-México.

b « J. Prescott Joule, William Thomson y J. Clerk Maxwell (Hombres de ciencia británicos del siglo XIX) ». Colección Austral. Espasa-Calpe Argentina, S. A., Buenos Aires-México.

DORFMAN, V. A. 1945. — « Embriología química ». Academia de Ciencias de la Unión Soviética, Moscú-Leningrado. (En ruso).

HOGBEN, L. 1947. — « ¿Qué es la materia viva? ». Espasa-Calpe Argentina, S. A., Buenos Aires-México.

HOUSEHOLDER, A. S. 1944. — « Comentario sobre el libro de Joseph Needham "Biochemistry and Morphogenesis" ». *The Bulletin of Mathematical Biophysics*, **6**, p. 83.

1945. — « Dinámica de la locomoción cuadrúpeda ». *The Bulletin of Mathematical Biophysics* », **7**, p. 53.

INGENIEROS, J. 1951. — « Las doctrinas de Ameghino ». R. J. Roggero y Compañía, Buenos Aires.

KEYSER, C. J. 1947. — « Mathematics as a culture clue and other essays ». Scripta Mathematica, Yeshiva University, New York.

KUSNEZOV, N. 1954. — « Tendencias evolutivas en el mundo de organismos ». *Ciencia e Investigación*, **10**, nº 3, marzo, p. 99.

LOTKA, A. J. 1948. — « Aspectos físicos de la evolución orgánica ». *The Bulletin of Mathematical Biophysics*, **10**, p. 103.

MALES, B. 1948. — *a:* « Los derroteros actuales de la antropología ». *Anales del Instituto Etnico Nacional*, **1**, p. 35.

b Sobre la ubicación espacial de los puntos cefalométricos ». *Anales del Instituto Etnico Nacional*, **1**, p. 75.

MERCANTE, V. 1911. — « Florentino Ameghino. Su vida y sus obras ». J. Peuser, Buenos Aires.

MORET, L. 1948. — « Manual de Paléontologie Animale ». Masson et Compagnie, París.

MIRANDA, F. M. 1954. — « Ameghino joven ». *Ciencia e Investigación*, **10**, nº 5, mayo, p. 197.

ORLANDINI, L. F., y MALES, B. 1948. — « Relaciones métricas y angulares de determinados puntos faciales en biotipos distintos ». *Anales del Instituto Etnico Nacional*, **1**, p. 115.

PAULING, L. 1945. — « The nature of the chemical bond and the structure of molecules and crystals. An introduction to modern chemistry ». Cornell University Press. Oxford University Press.

PEARSON, E. S. 1948. — « Pearson, creador de la Estadística Aplicada ». Espasa-Calpe Argentina, S. A., Buenos Aires-México.

PEARSON, K. 1903. — « La ley de herencia ancestral ». *Biometrika*, **2**, p. 211.

PEARSON, K., y LEE, A. 1903. — « Sobre las leyes de la herencia en el hombre. I: Herencia de los caracteres físicos ». *Biometrika*, **2**, p. 357.

PEARSON, K., y WOO, T. L. 1935. — « Nuevas investigaciones de los caracteres morfométricos de los huesos individuales del cráneo humano ». *Biometrika*, **27**, p. 424.

RASHVESKY, N. 1940. — *a:* « Contribuciones a la biofísica matemática de la forma orgánica. I: Formación de cavidades en agregados celulares ». *The Bulletin of Mathematical Biophysics*, **2**, p. 27.

b: « Aspectos físicomatemáticos de algunos problemas de la forma orgánica ». *The Bulletin of Mathematical Biophysics*, **2**, p. 109.

c: « Contribución a la biofísica matemática de la forma orgánica. III: Deformación de agregados celulares en forma de capa ». *The Bulletin of Mathematical Biophysics*, **2**, p. 129.

d: « Deformación de agregados celulares en forma de capa: aplicación a la gastrulación ». *The Bulletin of Mathematical Biophysics*, **2**, p. 169.

RASHEVSKY, N. 1943. — *a:* « Esquema de un nuevo análisis de la biología general ». *The Bulletin of Mathematical Biophysics*, **5**, p. 49.

b: « Nota sobre el principio hamiltoniano en biología física ». *The Bulletin of Mathematical Biophysics*, **5**, p. 65.

c: « Sobre el origen de la vida ». *The Bulletin of Mathematical Biophysics*, **5**, p. 165.

RASHEVSKY, N. 1944. — « Estudios en la teoría físicomatemática de la forma orgánica ». *The Bulletin of Mathematical Biophysics*, **6**, p. 1.

RASHEVSKY, N. 1946. — *a:* « Algunas consideraciones sobre la estructura de las extremidades de los cuadrúpedos ». *The Bulletin of Mathematical Biophysics*, **8**, p. 83.

b: « Desarrollo de la biofísica en Estados Unidos de América del Norte desde 1939 hasta 1945 inclusive ». *Relationes de auctis scientiis tempore belli*, 1939-1945, *Pontificia Academia Scientiarum*, nº 14.

RASHEVSKY, N. 1948. — « Sobre la locomoción de los mamíferos ». *The Bulletin of Mathematical Biophysics*, **10**, p. 11.

REISSIG, J. L. 1954. — *a:* « Thomas Hunt Morgan ». *Ciencia e Investigación*, **10**, nº 3, p. 220.

b: « Adelantos en genética ». *Ciencia e Investigación,* **10**, nº 5, p. 224.

Regny, P. 1924. — « Paleontología ». Manuali Hoepli, Milán.

Schrödinger, E. 1946. — « What is life? The physical aspect of living cell ». University Press, Cambridge. Macmillan Company, New York.

1947. « ¿Qué es la vida? ». Espasa-Calpe, Buenos Aires-México.

Sirlin, J. L. 1954. — *a:* « Desarrollos en genética de ratones ». *Ciencia e Investigación,* **10**, nº 4, p. 180.

b: « Sobre adaptaciones ». *Ciencia e Investigación,* **10**, nº 5, p. 231.

c: « Comentario sobre el libro de J. T. Bonner "Morphogenesis, an essay on development" ». *Ciencia e Investigación,* **10**, nº 6, p. 270.

Thompson, D'A. W. 1942. — « On growth and form ». The University Press, Cambridge. The Macmillan Company, New York.

Topinard, P. 1885. — « Eléments d'Anthropologie Générale ». A. Delahaye et E. Lecrosnier, París.

Valentinuzzi, M. 1950. — « Contribución al estudio físico de la contracción uterina ». Tesis de Doctorado en Medicina, Buenos Aires.

Valentinuzzi, M. 1952. — « Angel Gallardo como biofísico ». *Anales de la Sociedad Científica Argentina,* **153**, E. 3, marzo, p. 102-116.

Valentinuzzi, M. 1954. — « Génesis, estructura, sentido actual y enseñanza de la biofísica ». *Ciencia y Tecnología,* julio-septiembre, nº 14, Unión Panamericana, Washington.

Wagner, K. 1935. — « Indices y diámetros endocraneanos. Un nuevo instrumento para medir los diámetros internos del cráneo ». *Biometrika,* **27**, p. 88.

ANALISIS DIMENSIONAL

POR EL INGENIERO

PEDRO LONGHINI

---

1. Preliminares. — El fin de análisis dimensional es, según el profesor P. W. Bridgman, dar ciertas aclaraciones con respecto a las magnitudes medibles vinculadas con fenómenos naturales.

Toda ley de un proceso natural es una relación funcional entre magnitudes medibles: modulares, escalares, vectoriales o tensoriales, cuya medición, sea en forma directa o indirecta, exige la adopción previa de los respectivos patrones o unidades de la misma *especie* de la que se trata de medir.

Así, cuando se quiere expresar la distancia entre dos puntos, se dirá que es 8 metros, o bien, 26,2 pies, u 800 centímetros, u 8,74 yardas, etc.; los números 8; 26,2; 800; 8,74, expresan *la medida* o cantidad de unidades, mientras que el metro, el pie, el centímetro o la yarda, es la respectiva *unidad de medida*. En este caso, la *longitud*, tomada genéricamente, es la *especie* a que pertenece la magnitud medida, mientras que el metro, el pie, etc., son diversas *clases* de unidades de la misma especie.

En general, a una magnitud cualquiera en lo sucesivo la indicaremos del modo siguiente:

$$P = p\,[P]$$

donde P es la *magnitud*, p su medida o cantidad, $[P]$ la *unidad dimensional*.

Particularmente, en el caso de la longitud se escribirá en forma genérica:

$$L = l\,[L]$$

Nota. — La forma adoptada en esta exposición es de carácter didáctico, en razón de que ella sirvió de base al cursillo para post graduados que se dictó en la Facultad de Ingeniería de Buenos Aires en setiembre y octubre de 1954.

Debe advertirse que si bien, cuando se trata de magnitudes vectoriales, la unidad $[P]$ será un versor o un cursor, bajo el aspecto en que la considera el análisis dimensional ella pierde el carácter vectorial, admitiendo solamente las operaciones de suma algebraica, multiplicación, división, elevación a potencia y extracción de raíces, propias de las magnitudes escalares, con las restricciones que impone el postulado de homogeneidad en la forma que más adelante se explica.

2. Postulados. — *a*) Para que una fórmula matemática que relaciona las medidas de diversas magnitudes sea la expresión de un fenómeno de la física o de la mecánica, es menester que cada uno de sus sumandos esté medido con una misma unidad. En otros términos, las operaciones de suma o resta entre magnitudes dimensionadas sólo son admisibles cuando ellas son de la misma especie. Tal es la enunciación del *postulado de homojeneidad.*

Cuando las magnitudes que se suman algebraicamente, siendo de la misma especie, fueran de distinta clase, deben ser transformadas de modo que se midan con unidades de una misma clase, operación, esta última, que es siempre posible.

Así, por ejemplo, supongamos tener las tres magnitudes

$$P_1 = p_1 [P] \ ; \ P_2 = p_2' [P'] \ ; \ P_3 = p_3'' [P'']$$

donde $[P]$, $[P']$, $[P'']$, son unidades de la misma especie pero de distinta clase. Estas últimas siempre se podrán expresar en función de una cualquiera de ellas; si elegimos la primera como única unidad, para las otras dos se tendrá

$$[P'] = \alpha' [P] \text{ y } [P''] = \alpha'' [P]$$

luego

$$P = P_1 \pm P_2 \pm P_3 = p_1 [P] \pm p_2' [P'] \pm p_3'' [P'']$$

y

$$P = p_1 [P] \pm \alpha' p_2' [P] \pm \alpha'' p_3'' [P]$$

o bien

$$P = (p_1 \pm \alpha' p_2' \pm \alpha'' p_3'') [P]$$

Como consecuencia inmediata del principio de homogeneidad resulta que, si un término de la función a que se ha hecho referencia al enunciarlo es adimensionado, es decir un número abstracto, todos los demás sumandos también deben ser adimensionados.

b) Cuando se dividen dos magnitudes de la misma especie y de la misma clase, el resultado es un número que es independiente de la clase de unidades adoptadas, tal es la enunciación del *postulado,* que Bridgman denomina *de la significación absoluta de la magnitud relativa.*

Esto es, si

$$[P_1] = p_1 [P] = p_1' [P'] = p_1'' [P'']$$

$$[P_2] = p_2 [P] = p_2' [P'] = p_2'' [P'']$$

son dos magnitudes de la misma especie y $[P]$, $[P']$ $[P'']$ son unidades de distinta clase.

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{p_1}{p_2} = \frac{p_1'}{p_2'} = \frac{p_1''}{p_2''} = m$$

Un ejemplo numérico pondrá en evidencia este postulado; sean

$$P_1 = 18 \text{ libras} = 18 \times 0{,}454 \text{ Kg} = 8{,}172 \text{ Kg}$$

$$P_2 = 6 \text{ libras} = 6 \times 0{,}454 \text{ Kg} = 2{,}724 \text{ Kg}$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{18 \text{ libras}}{6 \text{ libras}} = \frac{8{,}172 \text{ Kg}}{2{,}724 \text{ Kg}} = 3$$

3. Unidades independientes y dependientes. Sistemas de unidades. — Toda función matemática, que expresa la descripción de un fenómeno de la física o de la mecánica, vincula diversas magnitudes dimensionadas que podrán ser constantes o variables, y magnitudes adimensionadas, que también podrán ser constantes o variables. Por ejemplo, en la ley del movimiento oscilatorio armónico simple

$$x = r \operatorname{sen} (\omega t + \varphi_0) \qquad [1]$$

x y r son dimensionadas; la primera es variable, la segunda es constante, mientras que $\omega t + \varphi_0$ es una magnitud adimensionada variable, y lo mismo es $\operatorname{sen} (\omega t + \varphi_0)$; aquí debe observarse que t es un tiempo, y como φ_0 es un número también debe serlo ωt, esto es, ω debe medirse con una unidad igual a la recíproca de un tiempo. A la unidad con que se mide ω, por depender de la unidad de tiempo, se le denomina *unidad dependiente o derivada,* mientras que las unidades de *longitud* con que se miden x y r, y de *tiempo* con que se mide t, se las denomina *unidades independientes ó primitivas.*

Si analizamos la ley del movimiento uniforme variado del punto,

$$l = l_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \qquad [2]$$

resulta que, por el principio de homogeneidad, cada término debe medirse con la unidad de longitud $[L]$, pero como existe la variable t que se mide con la unidad de tiempo $[T]$, que es independiente de aquélla, necesariamente v y a debe medírselas respectivamente con las unidades $[V] = [L]\,[T]^{-1}$ y $[A] = [L]\,[T]^{-2}$; las unidades $[V]$ y $[A]$ son dependientes, mientras que las $[L]$ y $[T]$ son independientes, siendo el factor $\frac{1}{2}$ una magnitud adimensionada constante.

Nada de absoluto hay en esta clasificación de las unidades de medida en independientes y dependiente, de modo que, como veremos después con mayor detenimiento, pueden tomarse $[V]$ y $[A]$ como unidades independientes y $[L]$ y $[T]$ como dependientes, en cuyo caso los valores de estas últimas serán:

$$[L] = [V]^2\,[A]^{-1} \quad \text{y} \quad [T] = [V]\,[A]^{-1}$$

Se denomina *sistema de unidades básicas* o simplemente *sistema de unidades*, el conjunto de unidades de medida independientes ó no entre sí, tales que permiten expresar todas las unidades de la demás magnitudes que intervienen en la expresión matemática de una determinada evolución de un sistema material.

Cuando el sistema de unidades está constituído por magnitudes independientes, lo llamaremos *fundamental*. En particular, la descripción de las leyes de la mecánica se la realiza sobre la base de alguno de los dos *sistemas de unidades fundamentales* siguientes:

$[L]$ *Longitud*, cuyo patrón es el centímetro, que se abrevia *cm*;
$[T]$ *Tiempo* cuyo patrón es el segundo de tiempo solar medio, que se abrevia *s*;
$[M]$ *Masa*, cuyo patrón es el gramo masa, y se abrevia *gm*.

Este sistema de medida, que es usual en la ciencia pura, se denomina absoluto y se indica con la sigla C. G. S.

En las ciencias aplicadas es usual emplear como magnitudes mecánicas fundamentales, las siguientes:

$[L]$ *Longitud*, y como patrón alguno de los que siguen: el centímetro, el metro, el kilómetro, etc.;
$[T]$ *Tiempo*, y como patrón alguno de los siguientes: el segundo, el minuto, la hora, etc., de tiempo solar medio;
$[F]$ *Fuerza*, y como patrón alguno de los que siguen: el gramo peso, el kilogramo, la tonelada, etc.

Aquí hemos indicado patrones correspondientes al sistema métrico decimal, pero nada obsta, como lo hacen los británicos y los americanos del norte que, manteniendo en tales sistemas la misma especie de las unidades primitivas, se tomen otros patrones como los siguientes:

para $[L]$; la pulgada, el pie, la yarda, la milla, etc.
para $[F]$; la libra, la onza, etc.

Para medir magnitudes geométricas basta con establecer una sola unidad primitiva, que designaremos con $[L]$, la longitud; las demás, como las superficies, volúmenes, etc., se medirán con patrones dependientes de aquélla; en efecto:

$$\begin{aligned}[s] \text{ (superficie) } &= [L]^2 \\ [v] \text{ (volumen) } &= [L]^3\end{aligned} \qquad [2]$$

pero nada obsta, salvo aspectos de comodidad, para que se tome el volumen como unidad primitiva, u otra; en tal caso, la longitud y la superficie se medirán con patrones dependientes, teniéndose así:

$$\begin{aligned}[L] &= [v]^{1/3} \\ [s] &= [v]^{2/3}\end{aligned} \qquad [3]$$

Para medir magnitudes cinemáticas es suficiente establecer dos unidades primitivas, por ejemplo $[L]$ y $[T]$, las demás unidades resultan dependientes de éstas; así:

$$\begin{aligned}[V] \text{ (velocidad) } &= [L]\,[T]^{-1} \\ [A] \text{ (aceleración) } &= [L]\,[T]^{-2} \\ [\Omega] \text{ (vel. angular) } &= [T]^{-1}\end{aligned} \qquad [4]$$

Pero también pueden tomarse como unidades primitivas $[\Omega]$ y $[V]$, en tal caso se tiene

$$\begin{aligned}[T] &= [\Omega]^{-1} \\ [L] &= [V]\,[\Omega]^{-1} \\ [A] &= [V]\,[\Omega]\end{aligned} \qquad [5]$$

Tampoco es necesario, para establecer una unidad dependiente, que esté constituída sólo por unidades independientes; puede ella expresarse en función de unidades independientes y dependientes al propio tiempo, así, por ejemplo:

$$[A] = [V]\,[T]^{-1} = [L]\,[\Omega]^3\,[T] = \ldots \qquad [6]$$

4. Teorema de Bridgman. — Este teorema se puede enunciar en los términos siguientes: *toda magnitud dependiente debe ser expresable por una constante multiplicada por potencias cualesquiera de las magnitudes primitivas.*

La demostración de este teorema se realiza sobre la base del postulado de la significación absoluta de la magnitud relativa, que se expuso en el nº 2.

Si designamos con p', p'', p''', etc., las medidas que corresponden a las magnitudes primitivas P', P'', P''' ... cuando se toman las unidades respectivas $[P']$, $[P'']$, $[P''']$ ..., la medida de una magnitud Q dependiente se podrá expresar por

$$q = f\,(p', p'', p''', \ldots) \qquad [1]$$

Un valor particular q_1 de Q, estará dado por

$$q_1 = f\,(p_1', p_1'', p_1''' \ldots) \qquad [1']$$

Otro valor q_2 de Q estará determinado por

$$q_2 = f\,(p_2', p_2'', p_2''' \ldots) \qquad [1'']$$

Si en lugar de la unidad $[P']$ se adopta otra unidad $[P']^*$, por supuesto de la misma especie, tal que

$$[P^1]^* = \frac{1}{\alpha}\,[P'] \quad \therefore \quad [P'] = \alpha\,[P']^*$$

las nuevas medidas que se obtienen para la magnitud P', evidentemente serán α veces mayores; análogamente, si en lugar de la unidad $[P'']$ se adopta otra $[P'']^*$, tal que

$$[P'']^* = \frac{1}{\beta}\,[P''] \quad \therefore \quad [P''] = \beta\,[P'']^*$$

las nuevas medidas que se obtienen para P'' serán β veces mayores, y así siguiendo.

De este modo la [1], cuando las unidades de medida son $[P']^*$, $[P'']^*$, ... se podrá escribir en la forma

$$q' = f(\alpha p', \beta p'', \ldots) \qquad [2]$$

y, análogamente,

$$q_1' = f(\alpha p_1', \beta p''_1, \ldots) \qquad [2']$$

$$q_2' = f(a p_2', \beta\, p_2'', \ldots) \qquad [2'']$$

Si en las expresiones [1'], [1''], [2'] y [2''] se aplica el postulado citado más arriba, la relación siguiente debe mantener su valor cualesquiera sean p_1', p_2', ... ; α, β, ... :

$$\frac{f(p_1', p_1'', \ldots\ldots)}{f(p_2', p_2'', \ldots\ldots)} = \frac{f(\alpha p_1', \beta p_1'' \ldots)}{f(\alpha p_2', \beta p_2'' \ldots)} = m \qquad [3]$$

Para determinar la forma de la función f, se procede del modo que sigue.

Siendo m una constante, cualesquiera sean los valores de α, β, ... y p', p'', ..., si se deriva parcialmente la [3] respecto a α se tiene

$$p_1' \frac{\partial f(\alpha p_1', \beta p_1'', \ldots)}{\partial (\alpha p_1')} f(\alpha p_2', \beta p_2'', \ldots) =$$

$$= p_2' \frac{\partial f(\alpha p_2', \beta p_2'' \ldots)}{\partial (\alpha p_2')} f(\alpha p_1', \beta p_1'' \ldots)$$

o, también,

$$\frac{p_1'}{f(\alpha p_1', \beta p_1'', \ldots)} \frac{\partial f(\alpha p_1', \beta p_1'', \ldots)}{\partial (\alpha p_1')} =$$

$$= \frac{p_2'}{f(\alpha p_2', \beta p_2'', \ldots)} \frac{\partial f(\alpha p_2', \beta p_2'', \ldots)}{\partial (\alpha p_2')}$$

Haciendo $\alpha = 1$, y teniendo en cuenta que esta última debe cumplirse para cualesquiera sean las medidas p_1', p_2', etc., se justifica la sustitución de estas diversas medidas de una misma magnitud por la variable p'; en consecuencia, se escribirá en la forma

$$\frac{p'}{f} \frac{\partial f}{\partial p'} = a \qquad [4]$$

De donde, a los efectos de su ulterior integración, se escribirá

$$\frac{df}{f} = a \frac{dp'}{p'} \qquad [5]$$

Integrando,

$$\lg f = \lg p'^{a} + C_1 \qquad [6]$$

siendo C_1 la constante de integración que aquí es función de las otras variables p'', p''', ..., y que puede escribirse $C_1 = \lg c_1$; luego la [6] toma la forma

$$f = c_1 p'^{a} \qquad [7]$$

Repitiendo estas consideraciones con cada una de las variables p'', p'''... resulta en definitiva que la función f, tendrá la forma

$$f = c_0 p'^{a} . p''^{b} .... = q \qquad [8]$$

donde a, b, son constantes, lo mismo que la c_0 que precede a tal producto, con lo que queda demostrado el teorema.

Esta demostración es, con pocas variantes, la dada originalmente por Bridgman; ahora bien, este teorema puede deducirse directamente del principio de homogeneidad; en efecto, si cada término de la expresión matemática de una ley física debe estar medido por unidades de igual dimensión, resulta que las unidades dependientes son las que aparecen en la formación de un término de dicha expresión, y como es admisible que las leyes físicas sean expresables por polinomios según un teorema de Weirstrass, cuyos términos tienen la forma

$$Q = \alpha P_1^{a} P_2^{b} \ldots$$

que es precisamente lo que allí se expresa.

Queda, no obstante, como mérito de la demostración de Bridgman, el de no haber sido necesario postular que las leyes físicas siempre se pueden expresar en forma polinómica, sino que, precisamente, esta característica surge del propio teorema.

5. Formulas dimensionales. — Si en vez de considerar las medidas de las magnitudes en la función [1] del número anterior, se tienen en cuenta directamente las magnitudes con su unidad de medida, esa función se podrá escribir:

$$Q = f[P', P'', \ldots] \qquad [1]$$

y correspondientemente la [8] del número anterior resultaría ser

$$Q = k_1 P'^{a} . P''^{b} ...... \qquad [2]$$

siendo k_1 la nueva constante de integración; esta última fórmula también se podrá escribir en la forma

$$q[Q] = k_1 p'^{a} . p'^{b} ..... [P']^{a} . [P'']^{b} ...... \qquad [3]$$

que dividida miembro a miembro por la [8] del nº 4 resulta

$$[Q] = k\,[P']^{a} \,.\, [P'']^{b} \ldots\ldots \qquad [4]$$

donde $\frac{k_1}{c} = k$ es una constante que debe ser igual a 1 para que la igualdad subsista, pcr cuanto el primer miembro representa una *unidad*, y el segundo también es un producto de potencias de *unidades*; fórmula que expresa el valor de la unidad de medida dependiente en función de las unidades de medida $[P']$, $[P'']$ ...

El conjunto de los exponentes a, b,... que se presentan en la [4], es lo que se denomina la *fórmula dimensional*, correspondiente de una magnitud dependiente.

Advertimos, una vez más, y trataremos de demostrarlo más adelante en el nº 11, que el análisis dimensional no tiene medios para establecer, en un conjunto de magnitudes, cuáles pueden ser independientes y cuáles dependientes; esta clasificación surge únicamente de la definición física de las magnitudes en juego, de modo que entre las $[P']$, $[P'']$ ... indicadas más arriba, puede haber unidades dependientes.

(*Continuará*)

INFLUENCIA CLIMATICA EN LOS JUEGOS OLIMPICOS

POR

GUILLERMO HOXMARK

SUMMARY. — *Climatic influence in the Olympic Games.* — This paper is the last of a serie of researches published in former years, shoving the influence of climate on man, by correlating the points won by the different national teams during the International Olympic Games since 1920 in Antwerp, with the average temperature of the respective countries, establishing index numbers by dividing the population with the number of points and then utilize the smallest amount obtained by a nation as a divisor. The results are shown in tables I, II and III, and Fig. 1.

Tables IV to XIII gives jointly with Figs. 2 and 3 a new view on the influence of thermal conditions on the physical conditions of man. To that end 38 nations were separated in 9 groups racially related. The average anual temperature in degress centigrades for the groups and the total amount of points won by the teams were calculated, and then was this total divided by the temperature. The results show that the Scandinavians had in Oslo-Helsinki 159,27 points for each degree of mean annual temperature; the Saxons (Canada, U.S. and Great Britain) 108,90; the U.S.S.R. 83,86; the Teutons 58,89; etc.

The sequence show that low temperatures goes with many points and that less points is the result of higher thermal values.

Este estudio es el último de una serie de trabajos sobre el mismo tema publicados en años anteriores. El primero apareció en « ECOLOGY », New York, septiembre 12 de 1925, y el año siguiente en los « ANALES » de la Sociedad Científica Argentina, tomo CII, p. 53 y siguientes. Aquel trabajo presentó una correlación entre la temperatura y los resultados, en puntos, que correspondían a los distintos equipos nacionales durantes los Juegos Olímpicos en 1920 (Amberes) y 1924 (París).

Más tarde fueron tratadas las competencias en 1936 (Berlín), y de 1948 (Londres). Estos últimos estudios mostraron la consistencia de los preceptos establecidos al principio, es decir, que

la capacidad atlética está en relación inversa con la temperatura, o sea, que los atletas procedentes de regiones de climas frescos poseen mayores facilidades para clasificarse bien en las lides internacionales. En lo siguiente se ha reunido el material estadístico de los 5 Juegos Olímpicos desde el año 1920, inclusive, y también se ha efectuado un análisis más detenido de los últimos realizados en Oslo-Helsinki en el año 1952.

Los datos referentes a la población han sido tomados del Anuario de la U. N. correspondiente al año 1951, y ajustados al año 1952 en lo posible.

TABLA I. — *Los Juegos Olímpicos de invierno. Oslo* 1952.

Nº	País	A Temperatura media anual °C	B Puntos ganados	C Números indices
1	Noruega	3,8	125,5	1,00
2	Finlandia	3,1	72,0	2,25
3	Austria	9,6	60,0	4,57
4	Suiza	8,6	21,0	8,92
5	Suecia	5,1	25,5	10,83
6	Holanda	8,7	24,0	16,89
7	Canadá	4,6	18,5	29,22
8	Alemania	9,0	59,5	31,15
9	Estados Unidos	10,6	89,5	66,88
10	Italia	15,2	25,0	72,94
11	Hungría	9,7	4,0	96,54
12	Gran Bretaña	9,6	13,0	148,52
13	Francia	11,7	10,0	162,19
14	Bélgica	9,1	1,0	347,64
15	Japón	11,6	0,5	656,44

Las temperaturas medias han sido calculadas tomando el promedio de los valores térmicos de varias estaciones esparcidas sobre los territorios de los respectivos países. Tratándose de regiones montañosas, donde las ciudades se hallan ubicadas en las depresiones del terreno, el estado térmico en que viven los atletas no corresponde, tal vez, al promedio general estimado en base de los datos accesibles. Suiza y Noruega se destacaron en este sentido, y las temperaturas reales serían, para aquéllos, más bajas

que las consignadas en las tablas. En otros países hay distintos factores que influyen. Los equipos, por ejemplo, proceden en su mayoría de zonas con temperaturas más bajas o más altas que el valor medio empleado en este análisis.

TABLA II. — *Los Juegos Oimpicos de* 1952 (*Oslo-Helsinki*)

Nº	País	A Temperatura media anual °C	B Puntos ganados	C Números índices
1	Finlandia	3,1	234,5	1,00
2	Noruega	3,8	179,5	1,01
3	Suecia	5,1	292,5	1,31
4	Hungría	9,7	312,0	1,79
5	Suiza	8,6	113,5	2,39
6	Dinamarca	7,2	58,0	3,99
7	Austria	9,6	83,0	4,71
8	Australia	17,2	97,0	4,87
9	Nueva Zelandia	12,7	19,0	5,38
10	Checoslovaquia	8,3	113,5	6,89
11	Holanda	8,7	68,0	8,62
12	Unión Sudafricana	16,4	67,0	10,50
13	Alemania	9,0	230,5	11,63
14	Estados Unidos	10,6	703,5	12,29
15	Francia	11,7	166,25	14,11
16	Italia	15,2	183,75	14,28
17	Bélgica	9,1	35,0	14,36
18	Canadá	4,6	48,5	16,12
19	Argentina	13,5	59,0	16,56
20	U. R. S. S.	6,6	553,5	20,17
21	Gran Bretaña	9,6	130,0	21,31
22	Irán	21,4	40,0	22,33
23	Chile	17,4	14,0	23,93
24	Rumania	10,8	31,75	30,11
25	Turquía	19,2	36,75	33,43
26	Yugoslavia	13,7	22,0	43,14
27	Egipto	20,7	22,0	50,76
28	Polonia	7,4	26,5	54,78
29	Japón	11,6	71,5	66,38
30	Corea Sur	11,0	16,5	71,06

Las competencias invernales de los Juegos Olímpicos de 1952 fueron celebradas en Oslo, capital de Noruega, siendo nutrida la

participación. Los quince equipos que ganaron puntos figuran en la Tabla I, en la cual la columna *A* contiene la temperatura media anual de los países ganadores, la columna *B* los puntos obtenidos, y la *C* los números índices. Estos se calcularon por el método de dividir la población de las naciones participantes por los puntos que obtuvieron sus equipos, y dividir luego los resultados de aquella operación por la cantidad mínima que consiguió uno de los concurrentes.

TABLA III. — *Juegos Olímpicos Internacionales*

Promedios de los números índices correspondientes a los juegos en Amberes 1920, París 1924, Berlín 1936, Londres 1948 y Helsinki 1952.

Nº	País	Promedio de los números índices	Temp. media anual °C
1	Noruega	1,04	3,8
2	Finlandia	1,11	3,1
3	Suecia	1,37	5,1
4	Suiza	2,54	8,6
5	Hungría	3,86	9,7
6	Dinamarca	4,00	7,2
7	Austria	6,22	9,6
8	Holanda	7,06	8,7
9	Francia	13,09	11,7
10	Estados Unidos	13,17	10,6
11	Canadá	13,27	4,6
12	Argentina	14,27	13,5
13	Italia	15,10	15,2
14	Bélgica	17,18	9,1
15	Gran Bretaña	18,54	9,6
16	Australia	22,24	17,2
17	Unión Sudafricana	26,01	16,4
18	Checoslovaquia	29,93	8,3

Durante las lides en Oslo ganó el equipo del país 125,5 puntos y aplicando la fórmula citada, C = población : B, vemos que este país es el que tenía menos cabezas por punto y en consecuencia debía ser tomado como el factor base, es decir, como el número índice 1,00. Sigue en orden sucesivo Finlandia con el número 2,25 y luego tenemos Austria con 4,57, Suiza 8,92, Suecia 10,83, etc.

El mismo método fué empleado para estimar los números índices de la Tabla II, la que incluye juntos los Juegos de Oslo y Helsinki. En este caso cambió un poco el orden, colocándose Finlandia con 1,00, Noruega con 1,01, Suecia 1,31, Hungría 1,79, Suiza 2,39, Dinamarca 3,99 y Austria 4,71, etc.

El impacto de las condiciones térmicas generales visibles en la Tabla II, pero es más pronunciado en la Tabla III, donde encontramos los promedios de los números índices de los Juegos Olímpicos de los años 1920, 1924, 1936, 1948 y 1952, confrontados con los valores de la temperatura media anual en grados centígrados.

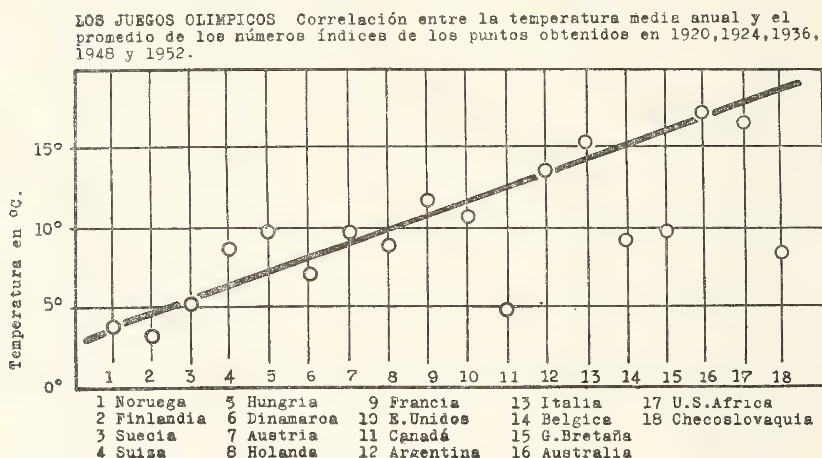


Fig. 1.

El diagrama Fig. 1 muestra el término medio de los números índices obtenidos en los cinco años citados precedentemente, y su correlación con la temperatura media anual de los 18 países que tomaron parte en todos aquellos años.

La abscisa en Fig. 1 representa la posición que las distintas naciones ocupan de acuerdo a los promedios de los números índices, y la ordenada corresponde a la temperatura media anual en centígrados de cada país.

La correlación es bastante alta, como se ve por la agrupación de los distintos pueblos en torno a la línea dibujada, y la situación general mejor que en los estudios anteriores. Sólo cuatro

países permanecen apartados de los demás y no ocupan las posiciones que debían tener según sus condiciones climáticas. Gran Bretaña, Bélgica y Checoslovaquia son países muy industrializados, lo cual, tal vez, ejerce algún efecto negativo sobre la energía física general de estas naciones. Canadá, por otra parte, es un país en formación.

TABLA IV. — *Juegos Olímpicos en Oslo-Helsinki* 1952.

Grupos de pueblos de afinidades raciales. Resultados generales

Nº	Grupos de pueblos	A Temp. media anual °C	B Puntos totales	C Puntos por °C
1	Nórdicos	4,8	764,5	159,27
2	Sajones	8,1	882,0	108,90
3	U. R. S. S.	6,6	553,5	83,86
4	Teutones	9,0	530,0	58,89
5	Europa Oriental	10,15	505,75	49,83
6	Latinos	14,28	366,5	25,67
7	Sajones australes	15,43	183,0	11,80
8	Latino América	20,29	130,0	6,40
9	Medio Oriente	21,64	113,25	5,23

Se ensayó, según se ve en las Tablas IV a XIII, y las Figs. 2 y 3, un nuevo método para estimar la influencia del clima en los hombres. Para este fin fueron reunidos grupos de pueblos con afinidades raciales o que viven bajo condiciones climáticas similares. La Tabla IV, contiene 9 grupos compuestos por 38 naciones. La temperatura media anual de los grupos se encuentra en la columna *A*, la totalidad de puntos ganados por los equipos de cada grupo figura en la columna *B* y los puntos que resultan por cada grado centígrado, al dividir los puntos por la temperatura de los grupos, aparecen en la tercera columna, *C*.

Vemos gráficamente los resultados de esta Tabla IV, en el diagrama Fig. 2, donde la ordenada corresponde a los puntos obtenidos sobre cada grado de la temperatura media anual, y la abscisa muestra la sucesión de los grupos según la escala de puntos que figura en la columna *C* de la tabla citada.

El grupo Nórdico figura en primer término con 159,27 puntos por cada grado; luego vienen los Sajones con 108,90 puntos; se-

LOS JUEGOS OLIMPICOS OSLO-HELSINKI 1952. Puntos obtenidos por cada grado centígrado de la temperatura media anual, por los grupos de pueblos con afinidades raciales.

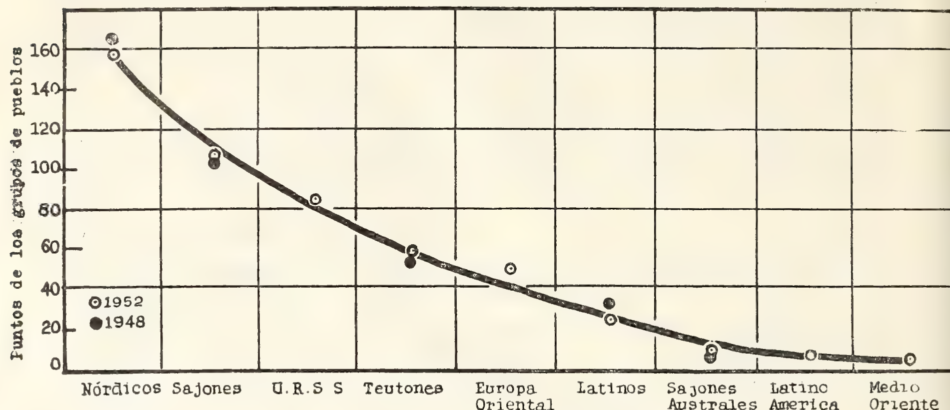


FIG. 2.

LOS JUEGOS OLIMPICOS OSLO-HELSINKI 1952. Temperatura media anual de los grupos de pueblos con afinidades raciales, puestos según orden de sucesión por los puntos obtenidos por cada grado centígrado.

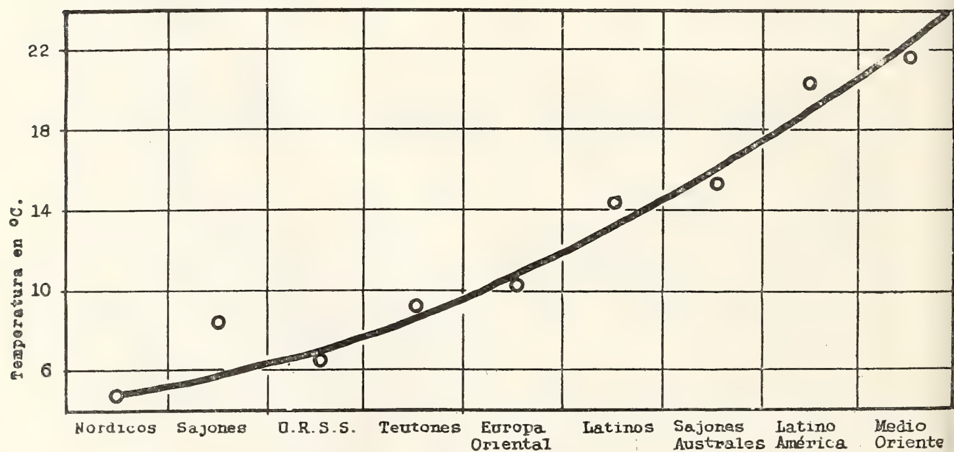


FIG. 3.

guidos por U.R.S.S., 83,86; los Teutones 58,89; Europa Oriental 49,83; Latinos 25,67; Sajones Australes 11,80; Latino América 6,40, y los países del Medio Oriente con 5,23 puntos. Se ha agre-

gado al diagrama los resultados obtenidos en Londres - St. Moritz, 1948, por cinco grupos. Los Nórdicos obtuvieron 165,0 puntos por cada grado; los Sajones 104,8; los Teutones 52,3; los Latinos 31,4 y los Sajones Australes 7,3. La participación era más reducida en 1948.

TABLA V. — *Nórdicos*

País	Temp. media anual °C	Población	Puntos
Dinamarca	7,2	4.150.000	58,0
Finlandia	3,1	4.200.000	234,5
Noruega	3,8	3.250.000	179,5
Suecia	5,1	7.150.000	292,5
	4,8°	21.750.000	764,5

159,27 puntos por grado temperatura.

TABLA VI. — *Sajones*

País	Temp. media anual °C	Población	Puntos
Canadá	4,6	14.000.000	48,5
Estados Unidos	10,6	155.000.000	703,5
Gran Bretaña	9,6	50.000.000	130,0
	8,1°	219.000.000	882,0

108,9 puntos por grado temperatura.

TABLA VII. — *U. R. S, S.*

País	Temp. media anual °C	Población	Puntos
U. R. S. S.	6,6	200.000.000	553,5
	6,6°	200.000.000	553,5

83,86 puntos por grado temperatura.

El orden sucesivo, según los puntos obtenidos, se halla en la Fig. 3. En este diagrama representa la ordenada la temperatura y la abscisa la posición relativa de los grupos. Se ve que la curva es simétrica y que el lugar de cada grupo de pueblos de afinidades raciales corresponde a su estado térmico general o clima.

TABLA VIII. — *Teutones*

País	Temp. media anual °C	Población	Puntos
Alemania	9,0	48.000.000	230,5
Austria	9,6	7.000.000	83,0
Bélgica	9,1	9.000.000	35,0
Holanda	8,7	10.500.000	68,0
Suiza	8,6	4.850.000	113,5
	9,0°	79.350.000	530,0

58,89 puntos por grado temperatura.

TABLA IX. — *Europa Oriental*

País	Temp. media anual °C	Población	Puntos
Bulgaria	11,0	7.200.000	100,5
Checoeslovaquia	8,3	14.000.000	113,5
Hungría	9,7	10.000.000	308,0
Polonia	7,4	26.000.000	26,5
Rumania	10,8	18.000.000	31,75
Yugoeslavia	13,7	17.000.000	22,0
	10,15°	92.200.000	505,75

49,83 puntos por grado temperatura.

Los Nórdicos que moran en zonas térmicas de un promedio de 4°8 grados centígrados medio anual, comienzan la curva, y los pueblos del Medio Oriente con 21°64 grados, cierren la escala de los nueve grupos.

En las Tablas de V a XIII encontramos los datos particulares de los grupos, que son: la temperatura media anual en grados

centígrados, la población y los puntos alcanzados en los Juegos Olímpicos del año 1952.

TABLA X. — *Latinos*

País	Temp. media anual °C	Población	Puntos
España	15,4	28.500.000	5,0
Francia	11,7	42.000.000	166,25
Italia	15,2	47.000.000	183,75
Portugal	14,8	8.500.000	11,5
	14,28°	126.000.000	366,5

25,67 puntos por grado temperatura.

TABLA XI. — *Sajones australes*

País	Temp. media anual °C	Población	Puntos
Australia	17,2	8.450.000	97,0
Nueva Zelandia	12,7	1.830.000	19,0
Unión Sudafricana	16,4	12.600.000	67,0
	15,43°	22.880.000	183,0

11,8 puntos por grado temperatura.

TABLA XII. — *Latino América*

País	Temp. media anual °C	Población	Puntos
Argentina	13,5	17.500.000	59,0
Brasil	23,2	53.000.000	30,0
Chile	17,4	6.000.000	14,0
Cuba	25,1	5.500.000	3,0
México	20,3	26.000.000	12,0
Uruguay	16,4	2.500.000	8,0
Venezuela	26,1	5.100.000	4,0
	20,29°	115.600.000	130,0

6,4 puntos por grado temperatura.

TABLA XIII. — *Medio Oriente*

País	Temp. media anual °C	Población	Puntos
Egipto	20,7	20.000.000	22,0
Irán	21,4	16.000.000	40,0
Líbano	21,2	1.400.000	11,5
Pakistán	25,7	76.000.000	3,0
Turquía	19,2	22.000.000	36,75
	21,64°	135.400.000	113,25

5,23 puntos por grado temperatura.

La civilización con sus manifestaciones más elevadas puede florecer en climas relativamente severos. Los resultados de las correlaciones entre los valores térmicos y los puntos ganados por los grupos de pueblos, confirman las definiciones alcanzadas por los estudios efectuados en años precedentes con respecto a la influencia de las condiciones meteorológicas sobre el organismo humano. La temperatura óptima para el desarrollo ideal del « homo sapiens » es, tal vez, algo inferior a lo que ha sido aceptado anteriormente.

NEGROLOGÍA

INGENIERO JOSE MARIA PAEZ

† 3 DE JULIO DE 1954

El fallecimiento del ingeniero José María Páez, ocurrido recientemente en la Capital Federal, ha significado una muy lamentable pérdida en los círculos profesionales en que actuara durante un



lapso de casi cuarenta años de ininterrumpida labor y ha tenido dolorosa repercusión en el seno de la Sociedad Científica Argentina, en cuya junta directiva ocupó su presidencia por un período administrativo, en el año 1947. Es que el extinto, que fué modelo de jefe de familia en el aspecto de la intimidad de sus sentimientos, que dió ejemplo de dignidad y corrección para sus hijos, herederos, por ello mismo, de altas virtudes, y que supo despertar, a lo largo de sus años, afecciones íntimas y cordiales para cuantos tuvieron la

dicha de frecuentar su trato y aquilatar sus merecimientos, pasó su vida consagrado con vocación y eficacia al desempeño de sus tareas oficiales. Vivió así rodeado siempre por una aureola de simpatía y de sincera estimación, dentro de una modestia que no conoció la vanidad, en una sencillez que fué ajena a toda ostentación y en medio de amistades verdaderas que apreciaban el valor moral y técnico del ingeniero Páez y que tanto participaron de sus desdichas y sus pesares cuando, a raíz del grave accidente automovilístico que sufriera en los últimos años, sobrellevó con entereza su parcial invalidez que disminuyó su movilidad física pero sin cercenar la claridad de su inteligencia, la sensibilidad de su espíritu y la nobleza de su corazón.

Mi vinculación con él se inició en las aulas de la Facultad, en la vieja casa de estudios de la calle Perú; allí, aunque cursábamos carreras distintas, aprecié sus cualidades de compañero estudiantil y cuando con el andar del tiempo unió los destinos de su vida a los de Celina Pasman, perteneciente a una familia cuya amistad cultivaba yo con afectos que se han mantenido invariables hasta hoy, desde los ya lejanos días de mi juventud, me permití muchas veces hacer el nobilísimo elogio de la gran señora de su hogar, que puso Dios a su lado para compartir con él alegrías y tristezas, los días felices y las horas amargas y ser en todo momento el mejor estímulo para su trabajo, sus empeños, y para la elevación de su obra espiritual y moral, encaminada al bien de la comunidad. Es por ello que esta nota biográfica, dispuesta y publicada por la Sociedad Científica Argentina en homenaje a quien fué uno de sus decididos cooperadores, con sintética referencia a la labor desarrollada por el malogrado ingeniero lleva un sello personal dictado por una relación que, como traída por vientos de épocas alejadas, a casi media centuria de distancia, rememora tantos hechos acaecidos y renueva y revive acontecimientos y cosas de ese prolongado correr en nuestro tránsito por el mundo.

Nacido en Buenos Aires el 22 de agosto de 1882, fueron sus padres don Gervasio J. Páez y doña Constanza Rusca. Siguió estudios secundarios en la Academia Británica, el viejo colegio de tradición que, fundado por el profesor Roberto Bird, educacionista que Sarmiento trajera al país, compartía con el Instituto Nacional, dirigido por los profesores Pizzurno, a fines del siglo pasado

y comienzos del actual, los prestigios de la mejor enseñanza secundaria de aquellos tiempos y donde figuraron como estudiantes muchos jóvenes que habrían luego de señalarse en la vida argentina por su acción y sus funciones; en efecto, fueron alumnos de la referida Academia, Alberto y Ernesto Hueyo, Jorge E. Coll, José Arce, Francisco Ramos Mejía, Guillermo J. White, Juan A. González Calderón, Jorge y Luis María Campos Urquiza, Julio Facio, Salvador Oría, César Campos, Arturo Goyeneche y muchos más de múltiples generaciones.

Al ingresar a la Universidad de Buenos Aires, en el año 1908 obtiene el título de ingeniero civil en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales; su proyecto final: « Obras de abrigo para el puerto de Mar del Plata » parece marcar ya una orientación definitiva para la tendencia de sus estudios ulteriores, desarrollados en estrecha vinculación con obras hidráulicas y cursos fluviales.

Con su carrera universitaria recién terminada, se incorpora al Ministerio de Obras Públicas de la Nación y allí, en funciones diversas que no le separarían ya de ese vasto organismo hasta su retiro, por jubilación, de la Administración Nacional, realiza su obra técnico-profesional marcando jalones en que cada etapa señala un nuevo avance en su camino, un nuevo prestigio para su personalidad, un nuevo galardón para su labor de ingeniero especializado.

Iniciado entonces en las funciones oficiales, en el año 1908 recién mencionado, con el cargo de 2º jefe de la Comisión de Estudios de los ríos Desaguadero, Salado y Arroyo Curaró, es nombrado dos años después en el carácter de jefe de la Sección Técnica Civil del Arsenal de Puerto Militar; en 1911 desempéñase como ingeniero jefe de la Comisión de Estudio del Canal de Riego de Río Negro a San Antonio Oeste, pero su verdadero campo de acción está en los trabajos relacionados con el Riachuelo donde, sucesivamente y a contar del año 1913, actúa como jefe de Sección de la Dirección de la Obra de Canalización y Rectificación del Riachuelo y como Director de Estudios y Obras del Riachuelo.

En el cúmulo de trabajos por él llevados a cabo, ninguno le interesó y preocupó como el de la construcción del puente « Presidente Teniente General José Félix Uriburu », tendido sobre el

Riachuelo en la prolongación de la Avenida Sáenz y cuyos estudios realizara y dirigiera personalmente desde los comienzos de preparación del proyecto pertinente hasta la habilitación de la obra terminada. La entrega de dicho puente al servicio público, efectuada el 26 de noviembre de 1938, con asistencia del Presidente de la Nación, Dr. Ortiz, el vicepresidente, Dr. Castillo, el gobernador de la provincia de Buenos Aires, Dr. Manuel A. Fresco, ministros nacionales, los intendentes municipales de la Capital Federal y de Avellaneda, ministros provinciales, el cardenal Monseñor Copello, funcionarios, invitados especiales y numeroso público, constituyó una brillante fiesta para el barrio de Valentín Alsina y del partido de Avellaneda, que vieron cristalizada, en realización magnífica de estilo colonial, una vieja aspiración popular, un viejo anhelo de aquella zona densamente poblada ya y que hasta poco tiempo antes debía utilizar los servicios de un puente de madera, de tránsito peligroso e inseguro, destruído por la acción de los años y de un tráfico incesante. En el discurso de circunstancias, pronunciado por el ingeniero Páez en nombre del Poder Ejecutivo, pudo decir, con referencia a dificultades materiales para desarrollar la obra, que: « El suelo y el subsuelo de ambas márgenes del Riachuelo en este lugar es tan malo, que no es capaz siquiera de resistir el peso de terraplenes y calzadas. Hubo, pues, que adoptar dos criterios completamente diferentes para fundar la obra: uno, para asentar los estribos y pilares que sostendrían la parte metálica, y que exigía alcanzar profundas capas resistentes; otro, que hiciera factible la solución económica, no podía pretender llegar a igual rigidez. No era tampoco un momento que admitiera indecisiones; era necesario afrontar el problema de inmediato. Se resolvió entonces, con algún atrevimiento, disponer el conjunto de la obra que forman las rampas, recintos y escaleras, en forma tal que su flexibilidad permitiera seguir los lentos y paulatinos hundimientos que fatalmente se producirían en la espesa capa barrosa del subsuelo pero que, en el fuerte asentamiento, conservara su verticalidad dentro de todas las garantías de resistencia que era necesario proveer para su seguridad ». Y en otro momento de su discurso, agregó estas expresiones de particular interés. « La obra propiamente dicha fué presupuesta en 2.300.000 pesos m/n y 375.000 pesos oro sellado, más 400.000 pesos para expropiaciones y 70.000

pesos para el mantenimiento del tránsito del puente viejo. A pesar de la intensa crisis atravesada, su costo sólo aumentó en 5.000 pesos oro sellado y en 130.000 pesos m/n, y todos recordaréis —dijo— que en nuestro país como en los demás, han sufrido las monedas fiduciarias depresiones en valores pocas veces alcanzados en la historia de las grandes crisis mundiales». Un mes después de aquélla fecha, el 22 de diciembre de 1938, el ingeniero Páez logró una recompensa y una satisfacción inolvidables: en banquete presidido por el gobernador Dr. Fresco, los representantes de 35 sociedades de Avellaneda y poblaciones aledañas, en amplio salón colmado en su capacidad, le ofrecieron una demostración popular de homenaje y reconocimiento para quien había llevado a feliz término tan importante obra pública y de gran utilidad para la zona.

Al promediar el año 1939, el Gobierno Alemán invita oficialmente al ingeniero Páez a efectuar un viaje a dicho país a fin de visitar Alemania, recorrer diversos centros industriales e inspeccionar obras públicas modernas e importantes. Cursada la invitación respectiva por la Embajada, con intervención de nuestro Ministerio de Relaciones Exteriores, el Gobierno Argentino autorizó la aceptación de dicha invitación y en el decreto pertinente se designó en el carácter de secretario honorario a don José María Páez, hijo, para que colaborase en la misión encomendada y que significaba una alta distinción para el país y para el funcionario que había de representarlo. El 8 de agosto de dicho año parte con destino a Alemania, donde desembarcara quince días después y tras una estada de poco más de dos semanas, inicia el regreso aceleradamente el 10 de septiembre: la guerra europea, entonces declarada, interrumpe así una excursión que prometía muchos beneficios a través de las observaciones del técnico argentino.

Ejerció también la docencia universitaria; la cátedra de Topografía en la Facultad de Ciencias Matemáticas Puras y Aplicadas de la Universidad Nacional de La Plata le contó como profesor titular de la materia.

Dentro de la Sociedad Científica Argentina, a la que pertenecía como viejo asociado, desempeñó los cargos de bibliotecario (1944-1945) y de vicepresidente 1º en 1946; fué elegido luego presidente para el período 1947-1948. En estas últimas funciones

tocóle presidir los actos celebratorios del 75º aniversario de la fundación, cumplido el 28 de julio de 1947, de acuerdo con un programa que él mismo había preparado, en unión de tres o cuatro integrantes de una comisión especialmente designada a ese fin y cuya tarea reclamó de él muy especial dedicación. En efecto, la conmemoración de las bodas de brillante de la Sociedad se inició con un acto académico en el salón Florentino Ameghino y comprendió una Semana de Conferencias, con disertaciones del ingeniero Emilio Rebuelto y los doctores Luis A. Podestá Costa, Francisco Rosenbusch y Bernardo Dawson, la exhibición de una serie de películas documentales, de carácter técnico y relacionadas con cuestiones de cristalografía, hidráulica, aprovechamiento de combustibles, etc., clausurándose la rememoración con un concierto celebrado el 2 de agosto; además, fué descubierto un busto, en mármol, del ingeniero don Luis A. Huergo, primer presidente de la Sociedad, donado por su hija, la señora Ana Huergo de Carlé. En el discurso que pronunciara en la ceremonia inicial dijo: «La Sociedad Científica Argentina siempre marchó con pie firme; jamás salió de su línea, y orgullosa de un deber cumplido, desprendió de su tronco ramas vigorosas, que con ella y otras plantas que nacieron a su alrededor y crecieron lozanas, formaron el gran conjunto cultural y científico que distingue a la Argentina entre los centros más importantes de Latinoamérica», y agregó en otro pasaje: «La Sociedad Científica Argentina llega a sus bodas de brillante, tallando en la preciosa piedra infinitas facetas: límpidas, puras, con reflejos de aurora, entre aristas vivísimas, jamás melladas por declinación alguna».

José María Páez vivió una existencia moderada por su fe cristiana y atemperada por los propios impulsos de su corazón generoso; la dulzura de que gozó en su hogar sirvió para que las tareas y preocupaciones en el afanoso quehacer de cada día hallasen el condigno reposo y recompensa al término de su diaria labor; trabajó empeñosamente y con éxito reconocido, sembró el bien en toda la amplitud que le fué posible y, tolerante y persuasivo, creó amistades sinceras. Hombre de ideales y de ensueños, albergó inquietudes espirituales y fruto de ese dar de su alma es la contribución que ofreció a la Sociedad Científica Argentina, la que por

intermedio de estas páginas tributa un fervoroso recuerdo para quien, por la proyección de su obra y las cualidades personales que le adornaban, sabía, como dijo el poeta, que

La vida sin sueños, es vida sin gloria,
Es vida infecunda, de triste memoria...

ABEL SÁNCHEZ DÍAZ.

VICEALMIRANTE SEGUNDO R. STORNI

† 4 DE DICIEMBRE DE 1954

La prensa del día 6 de diciembre difundió en la ciudad de Buenos Aires, con dolorosa sorpresa, la noticia del fallecimiento del vicealmirante (R) don Segundo R. Storni, acaecido en su quinta « Maclura », en San Antonio de Padua (F. N. D. F. Sarmiento), donde pasaba días tranquilos en la madurez de su vida, casi octogenario ya, entregado a la lectura, que mucho le deleitaba, y a labores de su granja; tal era el premio que se daba, con íntimo goce espiritual, después que en el año 1935 pedía su retiro del servicio en la Marina de Guerra, a la que se incorporó como guardiamarina en 1897, llenando en ella una página de muy notorios merecimientos.

El almirante Storni, que en varias ocasiones se desempeñó en la Junta Directiva de la Sociedad Científica Argentina, pertenecía a ésta como socio activo desde el año 1909; formaba parte del reducido número de sus socios vitalicios e integraba, además, su Consejo Científico, el tribunal de la institución que está llamado a dictaminar en cuestiones de especial significación. Tuvo, asimismo, una actuación muy señalada en la organización del Congreso Científico que la Sociedad convocó con motivo del centenario nacional de 1910, participando activamente en sus deliberaciones.

No es del caso señalar con detalle en esta nota necrológica que registra la Sociedad Científica Argentina en homenaje a la memoria del socio ilustre recién desaparecido, la labor desarrolla por el almirante Storni a lo largo de su carrera de marino; empero, basta con poner de manifiesto que como comandante de buques; en

relevamientos hidrográficos; en numerosos viajes por la costa sud; miembro de la comisión de límites con Chile; profesor de Artillería y Balística en la Escuela Naval; director de esta Escuela; Secretario de Marina; en el Instituto Geográfico y en el Instituto Argentino de Derecho Internacional; en el carácter de delegado y asesor técnico en varias conferencias panamericanas, etc., supo mostrar siempre las dotes de su espíritu cultivado y de su esmerada preparación profesional y científica.

El acto del sepelio, efectuado en el Panteón Naval del cementerio de la Chacarita, presidido por el Ministro de Marina y autoridades navales, constituyó una gran exteriorización de pesar, con asistencia de mucho público y la rendición de los honores debidos a la alta jerarquía del extinto. En nombre de la Marina de Guerra hizo uso de la palabra el vicealmirante Juan B. Basso, quien después de mencionar con detenimiento la labor llevada a cabo en la armada por el almirante Storni, dijo: « En todos partes dejó la huella de su aguda inteligencia, de su capacidad de trabajo y de su eficiencia profesional. Su mente selecta sabía aislar lo trascendental de lo superfluo y abarcaba el panorama general de la situación. Como superior trasmitía siempre a sus subordinados su experiencia y su consejo y dotado de las mejores condiciones de conductor atraía con el poder magnético de su recia personalidad y el brillo deslumbrante de su prestigio », agregando más adelante: « Su libro *Intereses Argentinos en el Mar*, que contiene las conferencias pronunciadas por su autor en la prestigiada tribuna del Instituo Popular de Conferencias, es un inestimable esfuerzo por abrir los ojos de los argentinos de aquella época a los intereses marítimos. Nunca con tanta claridad y nunca con argumentos más convincentes se habla al país de su conexión a las cosas del mar. « Todo argentino que piensa, que comercia o que sufre, vuelve, señores, su vista a ese problema de la vía marítima », dice refiriéndose al tema, en esta obra que vió la luz en el año del centenario de nuestra independencia. La edición se agotó prontamente y por disposición expresa de S. E. el señor Ministro de Marina, fué editada nuevamente en 1952, por ser necesario, 36 años después, como libro de consulta de nuestros institutos navales ».

Hablaron, a continuación, el contraalmirante Miguel A. Pedrozo, en nombre del Centro Naval; el contraalmirante (R) Pedro Gully,

por los compañeros de promoción y despidió los restos, por la Sociedad Científica Argentina, su presidente Dr. Abel Sánchez Díaz, con una sentida improvisación, diciendo en uno de sus párrafos, reconstruído después: « En nuestra Sociedad conocí hace ya no pocos años al almirante Storni, que frecuentemente visitaba nuestra sede. Recogido en su granja « Maclura », donde pasaba los últimos años de su vida en buscada y conservada soledad, entregado a la lectura, a la sombra de árboles añosos o ejerciendo con entusiasmo algunas labores de la tierra; desde ese alejado rincón, en que para completar su aislamiento hasta había eliminado el servicio telefónico para no tener que atender ningún requerimiento, en los últimos tiempos, con regularidad rítmica, venía los días lunes a Buenos Aires y pasaba por nuestra Sociedad para recoger una información, consultar alguna obra o buscar en las revistas nuevos trabajos o descubrimientos. Seguía luego su recorrido por la ciudad para terminar su gira, casi invariablemente, en el Centro Naval, y al verlo pasar, erguido como un mástil y llevando en su mano la vieja y característica cartera, después de cruzarle instintivamente nos volvíamos para ver sus pasos y mentalmente decíamos: ahí va uno de los grandes valores de la marina de guerra; ahí va un pedazo de la historia de nuestra patria; ahí va un gran señor que actuó en la vieja sociabilidad porteña mostrando siempre la claridad de su inteligencia, la sensibilidad de su espíritu, la bondad de su temperamento ».

DOCTOR EGIDIO FERUGLIO

† 14 DE JULIO DE 1954

Con gran pesar nos hemos enterado del fallecimiento del doctor Egidio Feruglio ocurrido en Feletto Umberto, Udine, Italia.

Este distinguido geólogo italiano había venido a Buenos Aires en marzo de 1925 para actuar en la Dirección General de Yacimientos Petrolíferos Fiscales, lo que hizo —salvo una breve interrupción— hasta 1941. En la empresa fiscal realizó una serie de importantes trabajos, destacándose entre otros su Descripción Geológica de la Patagonia, que publicó en tres gruesos volúmenes la referida Dirección General.

Vuelto a Italia en 1948, trabajó sobre temas atingentes a sus exploraciones en nuestro país, que hizo conocer en folletos, muchos de los cuales se encuentran en nuestra biblioteca, por donación del autor.

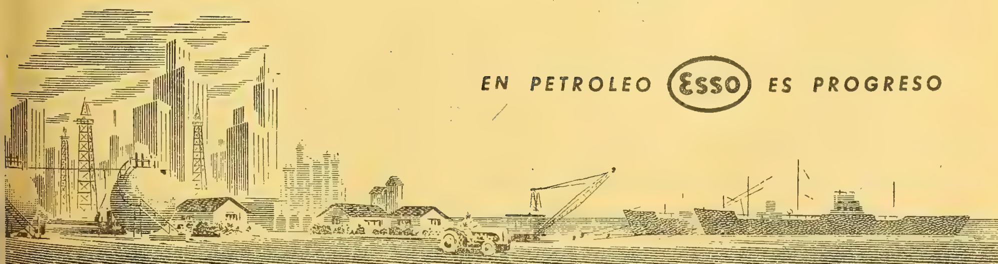
Lo recordamos nítidamente cuando a poco de su llegada al país, en una excursión a Luján, en la que fuimos conducidos por otro distinguido geólogo italiano, el Dr. Guido Bonarelli, éste se extendió sobre la obra de Ameghino y la precariedad del medio en que realizó sus primeros trabajos, en una disertación magistral que resultó el mejor homenaje que ambos geólogos italianos podían tributar al sabio.

El Dr. Feruglio había nacido el 1º de setiembre de 1897 en Udine, Italia, y luego de graduarse en Ciencias Naturales ocupó el cargo de geólogo en la Estación Real Químico - Agraria Experimental de Udine, y después el de ayudante de la Cátedra de Geología de la Universidad de Cagliari, pasando posteriormente a nuestro país, a la Dirección de Yacimientos Petrolíferos Fiscales, como ya se ha dicho. A mediados de 1941 se incorpora al Instituto del Petróleo de la Universidad de Cuyo, donde dicta cátedra hasta mediados de 1948, fecha en que regresa definitivamente a Italia, al ser designado Director del Instituto Geológico de la Universidad de Turín.

Su deceso acaeció cuando ocupaba el cargo de Director del Instituto Geológico y Paleontológico de la Universidad de Roma, que desempeñaba desde 1953. De entonces datan los últimos envíos que recibimos de sus trabajos de Espeleología y Geología.

E. L.

INDICE GENERAL



ANALES

DE LA

SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA

DIRECTOR: ALBERTO G. URCELAY

TOMO CLIX

BUENOS AIRES
AVDA. SANTA FE 1145

—

1955

ANALES

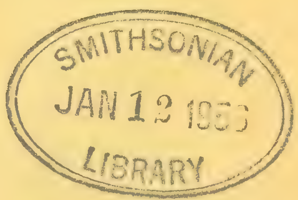
DE LA

SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA

DIRECTOR: ALBERTO G. URCELAY

ENERO-JUNIO 1955 — ENTREGAS I a VI — TOMO CLIX

SUMARIO



BUENOS AIRES
AVDA. SANTA FE 1145

1955

SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA

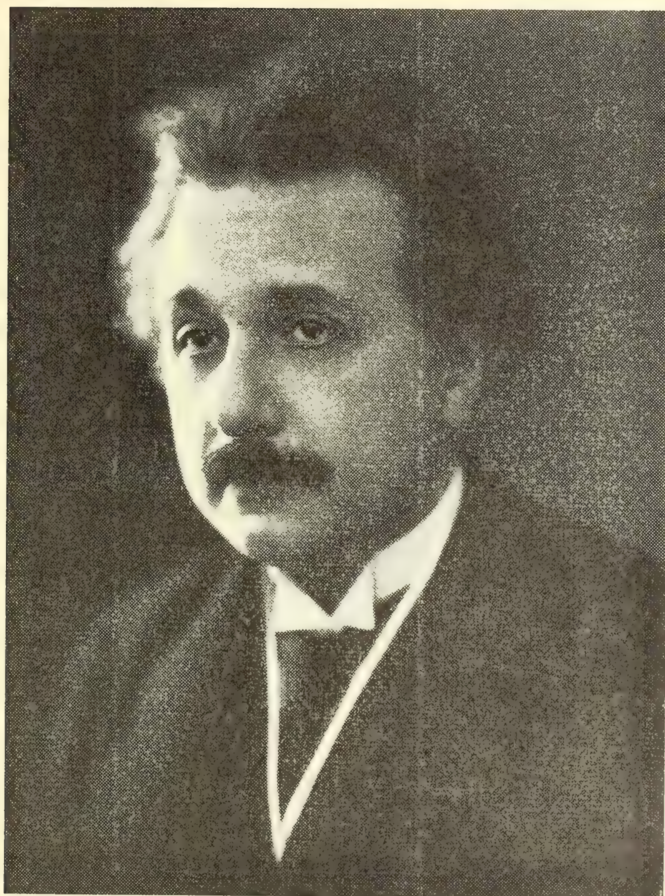
ADVERTENCIA.— Los colaboradores de los Anales son personalmente responsables de la tesis sustentada en sus escritos. Tienen derecho a la corrección de dos pruebas. Los que deseen tirada aparte de 50 ejemplares de sus artículos, deben solicitarla por escrito. Artº 10 del Reglamento de los "ANALES" (modificado por la J. D. en su sesión de fecha 4 de septiembre 1941). Los escritos originales destinados a la Dirección de los "Anales", serán remitidos a la Gerencia de la Sociedad, avenida Santa Fe 1145, a los efectos de registrar la fecha de entrega para luego enviarlos al señor Director. La Sociedad no tomará en consideración las observaciones de los autores que se refieran a cualquier anormalidad, si no se ha cumplido con el requisito indicado.

Impreso en los Talleres Gráficos "TOMAS PALUMBO" - La Madrid 311-325 - Buenos Aires

ALBERTO EINSTEIN (*)

POR

TEOFILO ISNARDI



ALBERTO EINSTEIN

§ 1. Su personalidad. — Ha muerto Alberto Einstein, sin duda el genio científico de mayor trascendencia, después de Newton.

(*) N. del D. Alberto Einstein falleció el 18/4/55. Desde 1925 era socio honorario de la Sociedad Científica Argentina.

Ningún otro gozó de mayor o igual renombre. A la admiración que suscitó su extraordinaria obra científica se agregaba el respeto que mereció la austeridad de su conducta social.

§ 2. Su obra. — Sus trabajos sobre el movimiento browniano, sobre los fenómenos giromagnéticos, sobre el efecto fotoeléctrico, y tantos otros, le habrían colocado entre los más eminentes físicos de nuestro siglo. Pero su obra trascendente es, y seguirá siendo, sus teorías de la relatividad.

¿En qué consiste la trascendencia de estas teorías?

§ 3. La concepción mecánica y la electromagnética. — Desde el éxito resonante de la mecánica de Newton en la explicación de los movimientos planetarios, todas las teorías físicas procuraron adaptarse a aquel modelo. La « concepción mecánica del universo » tuvo su expresión más radical en Huyghens: « Las causas de todos los efectos naturales deben conducirse a fundamentos mecánicos » ...... « a menos de renunciar a toda esperanza de comprender jamás algo en la física ».

Pero después del fracaso — a fines del siglo pasado — de la electrodinámica de Hertz y su sustitución por la de Lorentz, que no cumple el principio de acción y reacción, contradicho por otra parte experimentalmente en la presión de la radiación, al menos en cuanto a la simultaneidad de ambas fuerzas, era evidente la insuficiencia del modelo mecánico. Sin embargo una tentativa de Wien, hacia 1900, para sustituirlo por una « concepción electromagnética del mundo físico », no tuvo resonancia.

El trabajo de Einstein en que expuso la denominada « teoría especial » de la relatividad, publicado hace precisamente medio siglo, se titula: « Sobre la electrodinámica de los cuerpos en movimiento ». Es, pues, un tema del electromagnetismo. En ese trabajo, las leyes de transformación de las fuerzas y la variación de la masa con la velocidad, que son los rasgos característicos de la nueva mecánica puntual, se deducen de las ecuaciones de Maxwell-Lorentz, supeditando así la mecánica al electromagnetismo. La única magnitud clásica que se conserva invariante en la nueva teoría no es la masa mecánica, sino la masa eléctrica.

Sin duda la invariancia de la carga del electrón y la variación de su masa habían sido afirmadas y experimentalmente compro-

badas antes de 1905. Pero eran sólo resultados aplicables al electrón, con su « masa electromagnética ». La mecánica clásica continuaba incólume. Es, en cambio, característico de la teoría de Einstein el haber extendido a la mecánica — mediante una revisión crítica y reconstrucción subsiguiente de la cinemática — aquellos resultados particulares del electromagnetismo, deduciéndolos de fundamentos generales.

Con la « teoría general », cuya forma definitiva data de 1916, la mecánica — aunque no en su forma clásica — recobra su jerarquía, en cuanto la « materia » en sentido lato, que incluye a la energía, determina las propiedades métricas del espacio cromotópico (§ 5).

Se tienen así dos diferentes « campos » en el mismo espacio: el electromagnético de la « teoría especial » y el gravitatorio o métrico de la « teoría general », ausente de aquélla. Durante muchos años, Einstein y otros eminentes físicos y matemáticos realizaron diversas tentativas para unificarlos, sucesivamente declaradas por él mismo, inadecuadas. Parece haberlo logrado finalmente en sus últimos años. Pero esta teoría del « campo unificado », que vendría a restablecer la unidad conceptual de la física fenomenológica, no ha permitido aún extraer de ella alguna consecuencia susceptible de ser sometida a la prueba experimental.

§ 4. La relatividad del espacio y del tiempo. — Es el más divulgado de los aspectos de la teoría, por lo cual no nos extenderemos en su comentario.

No violenta a nuestra intuición el hecho de que la longitud de una barra pueda parecer acortada cuando se mueve longitudinalmente, máxime si se aclara que el efecto es sólo aparente, y no real u objetivo, adoptando como criterio de objetividad la universalidad respecto de todos los observadores. En esto se diferencia el resultado relativista de la primitiva hipótesis de Fitz Gerald y de Lorentz.

Más difícil es connaturalizarse con la idea de que dos acontecimientos simultáneos para un observador no lo son en general para otro, *después* de haber hecho la corrección por el tiempo empleado por la luz para llegar en ambos casos a los respectivos observadores. Se llega con relativa facilidad a la *convicción* de que así debe ser en efecto, mediante una crítica del conjunto de los hechos ex-

perimentales; pero es difícil adquirir el *sentimiento* de esta relatividad del tiempo, y sólo un espíritu constantemente vigilante, puede evitar errores de raciocinio a que conduciría el sentimiento opuesto.

Algunos creen, muy simplemente, que la « teoría especial » de la relatividad introduce una nueva definición del tiempo (y de las longitudes) a fin de que la velocidad de la luz en el vacío resulte igual en todos los sistemas inerciales y en todas direcciones. Esta opinión es completamente errónea: el tiempo de la « teoría especial » es, en cada sistema de referencia, el mismo tiempo de la física clásica, medido en todos los sistemas inerciales con idénticos relojes, que se suponen perfectos.

Si se tienen dos distintos sistemas inerciales de referencia, S y S', cada reloj fijo en uno cualquiera de ellos atrasa respecto de relojes idénticos fijos en el otro y previamente « sincronizados » para que indiquen simultáneamente la misma hora. Aquí gritan nuestros hábitos mentales que ello es imposible; que si cada reloj del sistema S atrasa respecto de los de S', cada uno de éstos *adelanta* respecto de todos aquéllos. Pero nuestros hábitos mentales se equivocan; porque olvidan que « simultáneamente » en un sistema inercial *no* es, en general, « simultáneamente » en ningún otro. Y de este error se deriva la idea del simple cambio en la medición del tiempo a que ya nos hemos referido.

§ 5. Tetradimensionalidad de la realidad física. — Todo acontecimiento físico se sitúa en el espacio (tres coordenadas o « dimensiones ») y se ubica en la sucesión del tiempo (una más). Esta tetradimensionalidad es, desde luego, común a la física clásica y a la relativista. Pero existe entre ellas una diferencia fundamental que consiste en lo siguiente: En la física clásica el conjunto tetradimensional se escinde, *de un solo modo* para todos los observadores, en « espacio » y « tiempo », pues ambos son « absolutos », vale decir, independientes del sistema de referencia. En la física relativista no lo es ninguno de ellos, pero sí una forma de unión de ambos: el intervalo *cronotópico*. La célebre frase de Minkowski lo expresa estrictamente: « De hoy (1908) en adelante el espacio en sí y el tiempo en sí se fundirán completamente en la sombra y sólo una forma de unión de ambos conservará existencia propia ».

El espacio tetradimensional relativista tiene propiedades análo-

gas a las del cuerpo rígido de la física clásica. Así como éste puede describirse de infinitos modos mediante tres dimensiones espaciales, aquel puede también describirse de infinitos modos mediante cuatro dimensiones: tres espaciales y una temporal; sin que ninguna de estas descripciones sea físicamente privilegiada respecto de las demás. Cambiar de sistema inercial de referencia, es efectuar una substitución afine de coordenadas (o una ortogonal equivalente) en el espacio cronotópico. Estas son las denominadas « transformaciones de Lorentz ». Pero los únicos resultados experimentales con significación propia (real u objetiva, si se quiere), y entre ellos desde luego las leyes físicas, son aquellos que tienen expresión intrínseca en dicho espacio, y que por lo tanto se conservan invariantes en aquellas sustituciones.

Las leyes de la física clásica, salvo las del electromagnetismo (ecuaciones de Maxwell) no satisfacen a esta exigencia. La teoría de relatividad impuso la necesidad de modificarlas; y aquí se advierte la trascendencia de esta teoría. Por eso tenemos una física « pre-relativista » y otra « relativista », conceptual y formalmente muy diferentes. Y encontramos, nuevamente, la subordinación al electromagnetismo de todo el resto de la física, en la « teoría especial »; por cuanto ésta le impuso una forma de invariancia que, en la física clásica, sólo cumplían las ecuaciones electromagnéticas, y no, desde luego, las leyes de la mecánica, incluyendo la gravitación.

§ 6. Masa y energía. — La « corrección relativista » a las leyes de la física clásica es generalmente tan pequeña, en los casos prácticos, que puede ser despreciada. Las leyes clásicas continuarán aplicándose, porque formalmente son más sencillas. Pero una de las consecuencias de la « teoría especial » de la relatividad, a saber, la equivalencia de la masa y la energía, condujo al descubrimiento de la energía nuclear, cuyas más terroríficas aplicaciones son la bomba atómica y la de hidrógeno. Aunque hasta ahora la humanidad sólo ha experimentado el horror de esas aplicaciones, no debemos lamentar los descubrimientos en que se fundan, porque ellos alientan la mayor esperanza de salvar nuestra civilización en un porvenir relativamente próximo, cuando se hayan agotado las fuentes de energía que actualmente cubren el enorme consumo que de ella hacen los países civilizados: los combustibles minerales.

He ahí una lejana consecuencia del experimento de Michelson, que nadie hubiera podido prever.

§ 7. La relatividad general. — Casi todo lo que precede se refiere a la denominada « relatividad restringida » de la teoría especial. Pero desde el punto de vista de la teoría del conocimiento, la relatividad del movimiento debe ser general; y por tanto, debiera ser posible edificar una física cuyas leyes fueran válidas en cualquier sistema de referencia, y no solamente en los sistemas inerciales a que se limita la teoría especial.

Tal fué el programa que se impuso Einstein y cuya realización fué la « teoría general de la relatividad ». Esta es, en realidad una teoría del espacio métrico tetradimensional y de la gravitación. Una física totalmente relativista fué posible abandonando la métrica euclideana e incluyendo la gravitación en las propiedades métricas del espacio cronotópico, después del fracaso de varias tentativas para incluirla en el marco de la teoría especial.

La teoría einsteineana de la gravedad conduce a varias consecuencias susceptibles de comprobación; pero « el problema de comprobar experimentalmente la teoría general de la relatividad es complicado y no está aún definitivamente decidido ». El veredicto experimental parece, hasta ahora, confirmar las conclusiones de la teoría.

Desde el punto de vista práctico, la teoría neutoneana de la gravitación será preferida por la sencillez de su desarrollo en la mayoría de los casos a que se aplica. El problema de dos cuerpos, por ejemplo, que conduce como es sabido a la corrección no despreciable de la tercera ley de Kepler, presenta serias dificultades en la teoría de Einstein; pero en primera aproximación se tiene siempre la teoría de Newton, que es suficiente en este caso.

ANALISIS DIMENSIONAL

POR EL INGENIERO

PEDRO LONGHINI

(*Continuación*)

6. Aplicacion del teorema de Bridgman. — A efecto de poder apreciar las ventajas que presenta el teorema de Bridgman, en la búsqueda de relaciones matemáticas que vinculan las diversas magnitudes que intervienen en la evolución de un sistema material cualquiera, determinaremos a continuación la ley del movimiento del péndulo compuesto.

En dicho fenómeno intervienen las magnitudes siguientes:

t_0, período medido en la unidad $[T]$;
P, peso del cuerpo medido en la unidad $[M]\,[L]\,[T]^{-2}$;
l_0, distancia entre el centro de supensión O y el baricentro G, medida en la unidad $[L]$;
J, momento de inercia del cuerpo respecto al eje de suspensión, medido en $[M]\,[L]^2$;
α, ángulo máximo de apartamiento de la recta OG respecto a la vertical, medido por un número adimensionado.

Esto es, la ley buscada suponemos sea una función tal como

$$f(t_0,\ P,\ l_0,\ J,\ \alpha) = 0$$

Si la expresamos en forma explícita se tiene

$$t_0 = \varphi(P, l_0, J, \alpha) \qquad [1]$$

De acuerdo con el postulado de homogeneidad, el o los términos que formarán el segundo miembro deben medirse en la unidad $[T]$ en que se mide el primero; y de acuerdo con el teorema de Bridgman esos términos deberán ser productos de potencias de las magnitudes P, l_0 y J, mientras que α debe intervenir en una función adimensionada por ser ella sin dimensión. Ahora bien, la combi-

nación más simple de esas tres magnitudes que tiene por medida un tiempo es:

$$\sqrt{\frac{J}{Pl_0}}$$

de manera que la [1] podrá escribirse

$$t_0 = \sqrt{\frac{J}{Pl_0}}\ \varphi_1(\alpha)$$

que es precisamente la ley buscada. En cuanto a la forma de la expresión $\varphi_1(\alpha)$, nada puede decir el análisis dimensional; su determinación es materia de la experimentación, respecto a la cual nos referiremos al final de este trabajo.

7. Transformacion de sistemas de unidades. — Consideremos aquí el problema siguiente: *dada una magnitud sobre la base de un sistema de unidades, escribirla con otro sistema de unidades.*

Este problema, encarado en su forma más general, tiene, además del interés que se deriva de su utilidad inmediata en la Técnica, otro de igual importancia por su vinculación a las cuestiones de la *Teoría de los modelos*, razones que nos inducen a tratarlo con algún detalle.

Comenzaremos por estudiar la transformación de unidades de medida, en el caso en que los dos sistemas estén constituídos, correspondientemente, por unidades de la misma especie.

Supongamos tener una magnitud C, que ha sido medida en los dos sistemas, tales como $[L]$, $[T]$ y $[F]$, y $[L']$, $[T']$ y $[F']$ de tal modo que

$$C = \gamma\ [L]^a\ [T]^b\ [F]^c \qquad [1]$$

$$C = \gamma'\ [L']^a\ [T']^b\ [F']^c \qquad [2]$$

Igualando, se obtiene

$$\gamma' = \gamma \left(\frac{[L]}{[L']}\right)^a \cdot \left(\frac{[T]}{[T']}\right)^b \cdot \left(\frac{[F]}{[F']}\right)^c \qquad [3]$$

Esta última permite calcular la medida γ' de la magnitud C en el segundo sistema, cuando se conoce: la medida γ en el primero, y las relaciones siguientes entre las unidades de igual especie que constituyen ambos sistemas, reducidas a igual clase, los que, por el postulado de la significación absoluta de la magnitud relativa, resultan ser adimensionadas; tales son:

$$\frac{[L]}{[L']}\ ;\ \frac{[T]}{[T']}\ ;\ \frac{[F]}{[F']}$$

Supongamos tener que expresar, por ejemplo, una presión de 5 $kg.cm^{-2}$ en libras por pulgadas cuadradas. Como 1 pulgada es igual a 2,54 centímetros y una libra vale 0,4536 kilogramos, se tiene

$$\frac{[L]}{[L']} = \frac{1}{2{,}54} \quad \text{y} \quad \frac{[F]}{[F']} = \frac{1}{0{,}4536} = 2{,}2046$$

ahora bien, la [3] en este caso toma la forma:

$$\gamma' = \gamma \frac{[F]}{[F']} \cdot \left(\frac{[L]}{[L']}\right)^{-2}$$

resulta

$$\gamma' = 5 \times 2{,}2046 \times (2{,}54)^2 = 70{,}95 \text{ lb . pul.}^{-2}$$

8. — Consideremos ahora este problema en su forma más general, que puede enunciarse de este modo: *dada una magnitud C en el sistema formado por las n unidades de medida siguientes*:

$$[P_1], [P_2] \ldots [P_n] \qquad [1]$$

expresarla en función del sistema constituído con las m unidades siguientes:

$$[Q_1], [Q_2], \ldots [Q_m] \qquad [2]$$

En este caso el problema se desdobla en dos, porque, por una parte, debe determinarse la *fórmula dimensional* que le corresponde en el segundo sistema, y por otra, calcularse la *nueva medida* que tiene en dicho sistema. Resuelta la primera parte, es decir, determinados los exponentes a, b, ... (fórmula [4] del nº 5) que corresponden a las unidades básicas del segundo sistema, con la [8] del nº 4, se calcula la medida de la referida magnitud en el segundo sistema.

Consideremos la magnitud C, la que en el sistema [1] estará dada por

$$C = p\,[P_1]^{x_1}\,[P_2]^{x_2} \ldots [P_n]^{x_n} \qquad [3]$$

mientras que si se la expresa en el sistema [2], se tiene

$$C = q\,[Q_1]^{y_1} \cdot [Q_2]^{y_2} \ldots\ldots [Q_m]^{y_m} \qquad [4]$$

Para poder pasar de la [3] a la [4], es menester conocer el valor

de cada una de las unidades de medida del segundo sistema expresadas en función de las unidades del primer sistema, esto es

$$\begin{aligned}
[Q_1] &= q_1\,[P_1]^{\alpha_1'}\,.\,[P_2]^{\alpha_2'}\,\ldots\ldots\,[P_n]^{\alpha_n'} \\
[Q_2] &= q_2\,[P_1]^{\alpha_1''}\,.\,[P_2]^{\alpha_2''}\,\ldots\ldots\,[P_n]^{\alpha_n''} \qquad [5] \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\
[Q_m] &= q_m\,[P_1]^{\alpha_1^{(m)}}\,.\,[P_2]^{\alpha_2^{(m)}}\,\ldots\ldots\,[P_n]^{\alpha_n^{(m)}}
\end{aligned}$$

de tal modo que, reemplazando estos valores en la [4], se tiene

$$C = q\,.\,q_1^{y_1}\,.\,q_2^{y_2}\,\ldots\ldots\,q_m^{y_m}\,[P_1]^{(\alpha_1' y_1' + \alpha_1'' y_2' + \ldots \alpha_1^{(m)} y_m)}$$

$$[P_2]^{(\alpha_2' y_1 + \alpha_2'' y_2 + \ldots \alpha_2^{(m)} y_m)}\,\ldots\,[P_n]^{(\alpha_n' y_1 + \alpha_n'' y_2 + \ldots \alpha_n^{(m)} y_m)} \qquad [6]$$

Igualando la [3] y la [6], resulta

$$p = q\,.\,q_1^{y_1}\,.\,q_2^{y_2}\,\ldots\,q_m^{y_m} \qquad [7]$$

$$\begin{aligned}
x_1 &= \alpha_1' y_1 + \alpha_1'' y_2 + \ldots + \alpha_1^{(m)} y_m \\
x_2 &= \alpha_2' y_1 + \alpha_2'' y_2 + \ldots + \alpha_2^{(m)} y_m \qquad [8] \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\
x_n &= \alpha_n' y_1 + \alpha_n'' y_2 + \ldots + \alpha_n^{(m)} y_m
\end{aligned}$$

Sistema de ecuaciones este último, que también puede escribirse

$$\begin{aligned}
\alpha_1' y_1 + \alpha_1'' y_2 + \ldots + \alpha_1^{(m)} y_m - x_1 &= 0 \\
\alpha_2' y_1 + \alpha_2'' y_2 + \ldots + \alpha_2^{(m)} y_m - x_2 &= 0 \qquad [8'] \\
\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots& \\
\alpha_n' y_1 + \alpha_n'' y_2 + \ldots + \alpha_n^{(m)} y_m - x_n &= 0
\end{aligned}$$

Las [8] u [8′] constituyen un sistema de n ecuaciones (x) con m incógnitas (y).

Por lo expuesto, el estudio de las condiciones en que es posible la transformación de una magnitud dada con el sistema de unidades $[P]$ a otro sistema $[Q]$, se circunscribe a la discusión de las soluciones del sistema de ecuaciones [8], que haremos a continuación, donde se prescindirá en general de la consideración de la [7], porque no afecta a los sistemas de unidades en sí, ya que se trata de un número abstracto.

Para saber si las ecuaciones [8] se satisfacen con una solución única de sus incógnitas y_i, debe comenzarse formando con los coefi-

cientes de las incógnitas la determinante de mayor orden que no se anula, esto es, la *determinante principal* del sistema, cuyo orden indicaremos con h.

Teniendo en cuenta los valores relativos de h, m y n pueden ocurrir los casos que se consideran a continuación.

9. — Si $m = h$, para que el sistema [8] tenga una solución única, es menester que se cumpla, en primer lugar, alguna de las dos condiciones siguientes:

$$a)\ m = n$$

$$b)\ m < n$$

Porque el caso en que $m > n$ no puede ocurrir, ya que el mayor valor de h no puede superar al menor de los valores de m y n.

a) En el caso que $m = n$, si las determinantes que llamaremos Δ_i del mismo orden que la principal, que se obtienen sustituyendo los términos de una de sus columnas por los segundos miembros (términos independientes x_j), resultan ser distintos de cero, los valores de y_i son también distintos de cero. Es decir, a cada unidad dependiente del sistema $[P]$, le corresponde una y una sola unidad dependiente en el sistema $[Q]$ y viceversa. En este caso los sistemas $[P]$ y $[Q]$ se dice que son *conmutables*.

Cuando algunas de las Δ_i se anulen, los valores correspondientes de y_i son nulos, y cuando todos los x_j son iguales a cero, lo que ocurre cuando se trata de un número abstracto, las [8] son homogéneas, y los valores de y_i resultan también todos nulos; lo que se expresa diciendo que *si dos sistemas de unidades* $[P]$ *y* $[Q]$ *son conmutables, a una magnitud C, que medida con las unidades del primero es un número adimensionado, le corresponde en el segundo sistema el mismo número*; en otros términos, *los números abstractos que figuran en las expresiones dimensionadas son invariables en la transformación de unidades.*

Para ir esclareciendo la exposición, desarrollaremos oportunamente algunos ejemplos. Supongamos que el sistema $[P]$ esté constituído por las unidades independientes:

$[P_1] = [L]$ longitud; $[P_2] = [T]$ tiempo; y $[P_3] = [F]$ fuerza

y el sistema $[Q]$ por las unidades independientes:

$[Q_1] = [S]$ superficie; $[Q_2] = [V]$ velocidad; y $[Q_3] = [P]$ potencia

Las $[Q]$ expresadas en el sistema $[P]$ son:

$$[S] = [L]^2$$
$$[V] = [L]\,[T]^{-1}$$
$$[P] = [L]\,[T]^{-1}\,[F]$$

Las ecuaciones [8] del nº 8, en este caso serán:

$$x_1 = 2\,y_1 + y_2 + y_3$$
$$x_2 = -\,y_2 - y_3$$
$$x_3 = y_3$$

Cuya determinante principal es

$$\begin{vmatrix} 2 & 1 & 1 \\ 0 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} \neq 0$$

Aquí $h = m = n$, luego los sistemas $[P]$ y $[Q]$ son *conmutables.*

Un ejemplo concreto será el siguiente: la magnitud 15 kgm dada en el sistema $[P]$: $[L] = 1$ metro; $[T] = 1$ segundo; $[F] = 1$ kg; escribirla en el siguiente sistema $[Q]$:

$$[S] = 1 \text{ pie cuadrado} = 0{,}09302 \text{ m}^2$$
$$[V] = 1 \text{ nudo} = \frac{1852 \text{ m}}{\text{hora}} = 0{,}5144 \text{ m. } s^{-1}$$
$$[P] = 1 \text{ HP} = 75 \text{ Kg. m. s}^{-1}$$

De donde, las unidades $[Q]$ dadas en las unidades de $[P]$, son:

$$1 \text{ m}^2 = \frac{1}{0{,}09302} \text{ pies}^2$$
$$1 \text{ m. s}^{-1} = \frac{1}{0{,}5144} \text{ nudos}$$
$$1 \text{ Kg. m. s}^{-1} = \frac{1}{75} \text{HP}$$

Para este caso, las ecuaciones [8], toman los valores

$$1 = 2\,y_1 + y_2 + y_3$$
$$0 = -\,y_2 - y_3$$
$$1 = y_3$$

cuya solución es:

$$y_1 = \frac{1}{2}\,;\quad y_2 = -1\,;\quad y_3 = 1\,,$$

de manera que la unidad dependiente *trabajo*, en ambos sistemas es

$$[L]\,[F] = [S]^{\frac{1}{2}}\,[V]^{-1}\,[P]$$

En cuanto a la medida que corresponde a los 15 *kgm* del primer sistema, expresada en el segundo, según la [8] del nº 3 será

$$q = 15 \,.\left[\frac{1}{0{,}09302}\right]^{\frac{1}{2}} \cdot \left[\frac{1}{0{,}5144}\right]^{-1} \cdot \left[\frac{1}{75}\right] \text{pies}^{\frac{1}{2}}\,.\, n^{-1}\,.\,\text{HP}$$

$$q = 15 \,.\, \frac{1}{0{,}305} \,.\, 0{,}5144 \,.\, \frac{1}{75} = 0{,}3373\, \frac{\text{pies}^{\frac{1}{2}}\ \text{HP}}{\text{nudos}}$$

b) Si $m < n$, es necesario formar las determinantes Δ_2 de un orden una unidad mayor que la principal, llamadas *determinantes características* [1], agregando a la principal una fila con los coeficientes de las incógnitas de cada una de las ecuaciones que no han intervenido en la formación de la principal, y una columna con los respectivos valores de $-x_1$, $-x_2, \ldots, -x_n$ (ecuaciones [8] del nº 8); o sea

$$\begin{vmatrix} \alpha_1' & \alpha_1'' & \ldots\ldots & -x_1 \\ \alpha_2' & \alpha_2'' & \ldots\ldots & -x_2 \\ \ldots & \ldots & \ldots\ldots & \ldots \\ \alpha_{h+1}' & \alpha_{h+1}'' & \ldots\ldots & -x_n \end{vmatrix} = \Delta_{h+1} \qquad [1]$$

Cuando estas determinantes características son iguales a cero, el sistema es compatible, es decir, tiene una solución única, en caso contrario es *imposible o incompatible.*

Consideremos, ahora, un ejemplo de este último caso; supongamos que las unidades del sistema $[P]$ sean:

$[P_1] = [M]$, masa

$[P_2] = [J]$, momento inercia, que en el sistema fundamental tiene por unidad $[M]\,[L]^2$

$[P_3] = [F]$, fuerza de inercia, que en el sistema fundamental tiene por unidad $[M]\,[L]\,[T]^{-2}$.

y las del sistema $[Q]$, sean:

$$[Q_1] = [L], \text{ longitud, } = [M]^{-\frac{1}{2}} [J]^{\frac{1}{2}}$$

$$[Q_2] = [T], \text{ tiempo } = [M]^{\frac{1}{4}} [J]^{\frac{1}{4}} [F]^{-\frac{1}{2}}$$

Una misma magnitud C, escrita con ambos sistemas de unidades, permite escribir la ecuación:

$$\gamma [M]^{x_1} [J]^{x_2} [F]^{x_3} = \gamma' [L]^{y_1} [T]^{y_2} =$$

$$= \gamma' \left\{[M]^{-\frac{1}{2}} [J]^{\frac{1}{2}}\right\}^{y_1} \cdot \left\{[M]^{\frac{1}{4}} [J]^{\frac{1}{4}} [F]^{-\frac{1}{2}}\right\}^{y_2}$$

De donde,

$$x_1 = -\frac{1}{2} y_1 + \frac{1}{4} y_2$$

$$x_2 = \frac{1}{2} y_1 + \frac{1}{4} y_2$$

$$x_3 = -\frac{1}{2} y_2$$

Las magnitudes expresadas con el sistema $[Q]$ pueden siempre escribirse con el sistema $[P]$, pero para que las magnitudes medidas con el sistema $[P]$ puedan expresarse en el $[Q]$, es menester que se satisfaga la ecuación

$$\begin{vmatrix} -\frac{1}{2} & \frac{1}{4} & -x_1 \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{4} & -x_2 \\ 0 & -\frac{1}{2} & -x_3 \end{vmatrix} = \frac{1}{4} x_1 + \frac{1}{4} x_2 + \frac{1}{4} x_3 = 0$$

o bien

$$x_1 + x_2 + x_3 = 0$$

Por de pronto, ninguna de las unidades $[M]$, $[J]$ y $[F]$ pueden ser expresadas con las unidades del sistema $[Q]$, con lo que se evidencia que los sistemas $[P]$ y $[Q]$ *no son conmutables.*

Es oportuno hacer notar que una magnitud adimensionada del sistema $[P]$, escrita en el $[Q]$, es también adimensionada; y viceversa, una magnitud adimensionada del $[Q]$ lo es también en el $[P]$. Esta propiedad, como ya vimos, se cumplía en el caso estudiado en a).

10. — Continuaremos la discusión del sistema de ecuaciones [8] del nº 8, considerando la circunstancia en que $m > h$, en los dos casos siguientes:

$$a)\ n = h$$

$$g)\ n > h$$

No cabe considerar el caso en que $n < h$, porque, según se ha visto, h no puede superar a n ni a m.

a) Cuando $n = h$, el sistema de ecuaciones [8] u [8′] del nº 8 es *indeterminado*; en tal caso, a una magnitud dependiente del sistema $[Q]$ le corresponderá una única magnitud dependiente en el sistema $[P]$, pero a una magnitud dependiente del sistema $[P]$ le corresponderá un número indefinido de magnitudes dependientes del sistema $[Q]$; esto se expresa diciendo que los sistemas $[P]$ y $[Q]$ son *conmutables*, pero el sistema $[Q]$ es *dependiente*, porque entre las m unidades básicas que lo constituyen, puede darse a $m - h$ de ellas los exponentes que se deseen.

Esta circunstancia quedará esclarecida con el siguiente ejemplo, en el que únicamente se tendrán en cuenta las unidades, pues de tratarse de las respectivas medidas, corresponderá tener en cuenta la [7] del nº 8.

Sea el sistema $[P]$:

$[P_1] = [L]$ longitud; $[P_2] = [T]$ tiempo; y $[P_3] = [F]$ fuerza;

y el sistema $[Q]$:

$[Q_1] = [S]$ superficie; $[Q_2] = [V]$ velocidad;

$[Q_3] = [\mathcal{S}]$ densidad; y $[Q_3] = [\mathcal{T}]$ trabajo.

Ahora bien, como

$$[Q_1] = [S] = [L]^2$$

$$[Q_2] = [V] = [L]\,[T]^{-1}$$

$$[Q_3] = [\mathcal{S}] = [L]^{-4}\,[T]^2\,[F]$$

$$[Q_4] = [\mathcal{T}] = [L]\,[F]$$

Las [8] del nº 8, en este caso toman la forma

$$\begin{aligned} x_1 &= 2\,y_1 + y_2 - 4\,y_3 + y_4 \\ x_2 &= -\,y_2 + 2\,y_3 \\ x_3 &= y_3 + y_4 \end{aligned} \qquad [1]$$

Las determinantes principales, que en este caso son de tercer orden, son las siguientes:

$$\Delta_1 = \begin{vmatrix} 2 & 1 & -4 \\ 0 & -1 & 2 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} \neq 0 \;;\; \Delta_2 = \begin{vmatrix} 2 & 1 & 1 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} \neq 0; \text{ etc.}$$

Si se toma la primera de estas determinantes, para cada valor que se atribuya a y_4, dada una unidad dependiente en el sistema $[P]$, se tendrán tantas unidades correspondientes en el sistema $[Q]$, como valores se atribuyan arbitrariamente a y_4; en efecto, si se toma *la masa* en el sistema $[P]$, se tendrá:

$$[M] = [L]^{-1} [T]^2 [F]$$

esto es: $x_1 = -1$, $x_2 = 2$, $x_3 = 1$; en las [1] resultarán tantos grupos de valores para y_1, y_2, e y_3, como valores se den a y_4; así si $y_4 = 1$ resultará:

$$-2 = 2\,y_1 + y_2 - 4\,y_3$$
$$2 = -y_2 + 2\,y_3$$
$$0 = y_3$$

De donde

$$y_1 = 0 \;,\; y_2 = -2 \;,\; y_3 = 0$$

Luego

$$[M] = [V]^{-2} [\mathcal{T}]$$

Debe hacerse notar que, en lugar de haberse dado valores arbitrarios a y_4 en el sistema [1], pudo haberse hecho lo mismo con y_1, o con y_2, o con y_3; lo que importa establecer que habrá tantos grupos de unidades, que se denominan *núcleos independientes*, como grupos de incógnitas calculables con el sistema de ecuaciones [1], que es igual al número de determinantes principales.

Adviértese en este caso, además, que una magnitud adimensionada del sistema $[Q]$ es también adimensionada en el sistema $[P]$, pero una magnitud que es adimensionada en el $[P]$ puede no serlo en el $[Q]$. En el ejemplo considerado, una cualquiera de las unidades del sistema $[Q]$ puede escribirse como adimensionada en el $[P]$; en efecto, hagámoslo con la $[Q_4] = [\mathcal{T}]$, en cuya circunstancia se tendrá:

$$x_1 = 0 \;,\; x_2 = 0 \;,\; x_3 = 0 \;,\; y_4 = 1$$

con lo cual las ecuaciones [1] se transforman en

$$0 = 2\,y_1 + y_2 - 4\,y_3 + 1$$
$$0 = -\,y_2 + 2\,y_3 \qquad [2]$$
$$0 = y_3 + 1$$

que resueltas, dan:

$$y_1 = -\frac{3}{2}, \quad y_2 = -2, \quad y_3 = -1.$$

De donde una magnitud q_1' $[\mathcal{T}]$, escrita en ambos sistemas, será:

$$q_1\,[L]^0\,[T]^0\,[F]^0 = q_1'\,[S]^{-\frac{3}{2}}\,[V]^{-2}\,[\mathcal{S}]^{-1}\,[\mathcal{T}]$$

esto es, adimensionada en $[P]$ y dimensionada en $[Q]$.

b) Finalmente, nos queda por considerar el caso en que $n > h$. Evidentemente en este caso el sistema será *indeterminado*, y a cada grupo de valores arbitrarios atribuídos a un número de incógnitas y_i, igual a $m - h$, se tendrá un sistema de valores para las restantes, y para que estos valores de y_i satisfagan a las n ecuaciones, será menester que se anulen las $n - h$ determinantes características; el sistema $[Q]$ no resulta conmutable con el sistema $[P]$, por cuanto no todas las unidades dependientes del sistema $[Q]$ podrán expresarse con unidades del sistema $[P]$ y viceversa.

Como esta transformación tiene poco interés para los propósitos de este trabajo, omitiremos la presentación de un ejemplo.

11. — Para terminar la consideración de este tema de transformación de unidades, hacemos notar que: *definido un sistema de unidades por medios puramente físicos, no es posible establecer la dependencia o independencia de las unidades que lo constituyen por medio de un criterio fundado en la teoría de las magnitudes.*

Para ilustrar sobre el alcance de este concepto, consideremos el siguiente ejemplo de transformación de sistemas de unidades:

Sea el sistema $[P]$

$[P_1] = [L]$ longitud; $[P_3] = [F]$ fuerza

$[P_2] = [T]$ tiempo; $[P_4] = [A]$ aceleración

constituído por unidades que no son independientes entre sí.

Sea, además, el sistema $[Q]$

$[Q_1] = [S]$ superficie; $[Q_3] = [\mathcal{S}]$ densidad

$[Q_2] = [V]$ velocidad; $[Q_4] = [\mathcal{T}]$ trabajo

que también está constituído por unidades dependientes entre sí, y donde los núcleos de unidades independientes están formados por grupos también de tres de ellas.

Las unidades del sistema $[Q]$ pueden escribirse en función de $[P]$ de una infinidad de maneras, entre las cuales podemos elegir la siguiente:

$$\begin{aligned} [S] &= [T]^4 [A]^2 \\ [V] &= [T] [A] \\ [\mathcal{S}] &= [L]^{-3} [F] [A]^{-1} \\ [\mathcal{T}] &= [L] [F] \end{aligned} \qquad [1]$$

Las ecuaciones [8] del nº 8 toman en este caso la forma

$$\begin{aligned} x_1 &= -3\, y_3 + y_4 \\ x_2 &= 4\, y_1 + y_2 \\ x_3 &= y_3 + y_4 \\ x_4 &= 2\, y_1 + y_2 - y_3 \end{aligned} \qquad [2]$$

cuya determinante principal es

$$\begin{vmatrix} 0 & 0 & -3 & 1 \\ 4 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & -1 & 0 \end{vmatrix} \neq 0$$

lo que indica que, expresada una magnitud dependiente del sistema $[P]$, puede obtenerse una y una sola expresión de la misma en el sistema $[Q]$, y viceversa.

Así, por ejemplo, si se tiene

$$[M] \text{ masa} = [F] [A]^{-1}$$

resulta

$$x_1 = 0, \quad x_2 = 0, \quad x_3 = 1 \quad \text{y} \quad x_4 = -1;$$

reemplazadas en la [2], se tiene

$$y_1 = \frac{3}{8}, \quad y_2 = -\frac{3}{2}, \quad y_3 = \frac{1}{4}, \quad \text{e} \quad y_4 = \frac{3}{4};$$

luego la unidad de masa en el sistema $[Q]$ se escribirá

$$[M] = [S]^{\frac{3}{8}} [V]^{-\frac{3}{2}} [\mathcal{S}]^{\frac{1}{4}} [\mathcal{T}]^{\frac{3}{4}}$$

Pero no debe perderse de vista que esta expresión de $[M]$ con unidades del sistema $[Q]$, ha dependido de la forma de las expresiones [1], de modo que, variando las [1], cosa que es posible, se tendrán otras expresiones de $[M]$ en el sistema $[Q]$.

12. Transformacion de magnitudes dimensionadas en adimensionadas. — Del caso de transformación tratado en el nº 10, surge el teorema siguiente: *si en un sistema $[Q]$ hay unidades dependientes, éstas pueden transformarse en adimensionadas del sistema $[P]$ constituído solamente por unidades independientes, multiplicando dichas unidades dependientes por la recíproca de la misma unidad expresada con las independientes.*

Supongamos que el sistema $[P]$ esté formado por n unidades independientes, y el $[Q]$ por las mismas unidades, más h unidades dependientes, de tal modo que este último sistema tendrá $m = h + n$ unidades básicas.

Esto es, una magnitud C, en el sistema $[P]$ se expresará por

$$C = p\,[P_1]^{x_1}\,[P_2]^{x_2} \ldots\ldots [P_n]^{x_n} \qquad [1]$$

y en el sistema $[Q]$, dada la forma en que se ha constituído, será

$$C = q\,[P_1]^{y_1}\,[P_2]^{y_2} \ldots\ldots [P_n]^{y_n}\,[Q_1]^{y_{n+1}} \ldots\ldots [Q_h]^{y_m} \qquad [2]$$

donde las unidades dependientes son:

$$\begin{array}{l} [Q_1] = [P_1]^{\alpha_1^{(n+1)}} . [P_2]^{\alpha_2^{(n+1)}} \ldots\ldots\ldots [P_n]^{\alpha_n^{(n+1)}} \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ [Q_n] = [P_1]^{\alpha_1^{(m)}} . [P_2]^{\alpha_2^{(m)}} \ldots\ldots\ldots [P_n]^{\alpha_n^{(m)}} \end{array} \qquad [1']$$

Reemplazando estos valores en la [2], se tiene

$$\begin{array}{l} x_1 = y_1 + \alpha_1^{(n+1)}\, y_{(n+1)} + \ldots\ldots \alpha_1^{(m)}\, y_m \\ x_2 = y_2 + \alpha_2^{(n+1)}\, y_{(n+1)} + \ldots\ldots \alpha_2^{(m)}\, y_m \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ x_n = y_n + \alpha_n^{(n+1)}\, y_{(n+1)} + \ldots\ldots \alpha_n^{(m)}\, y_m \end{array} \qquad [3]$$

Para expresar una cualquiera de las unidades $[Q]$, por ejemplo la $[Q_h]$, bastará hacer en la [2]

$$y_{n+1} = y_{n+2} = \ldots = y_{m-1} = 0\,, \text{ e } y_m = 1$$

y si suponemos que, además, sea adimensionada, haremos

$$x_1 = x_2 \ldots\ldots = x_n = 0$$

de este modo las [3] se transforman en

$$0 = y_1 + \alpha_1^{(m)} \quad \therefore \quad y_1 = -\alpha_1^{(m)}$$
$$0 = y_2 + \alpha_2^{(m)} \quad \therefore \quad y_2 = -\alpha_2^{(m)}$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$0 = y_n + \alpha_n^{(m)} \quad \therefore \quad y_n = -\alpha_n^{(m)}$$

valores que, reemplazados en las [1] y [2], resulta

$$p_h = q_h\,[P_1]^{-\alpha_1^{(m)}} \,.\, [P]^{-\alpha_2^{(m)}} \ldots\ldots [P_n]^{-\alpha_n^{(m)}} \,.\, [Q_h] \qquad [4]$$

con lo que queda demostrado el teorema.

Este resultado se justifica, por otra parte, con el postulado de la significación absoluta de la magnitud relativa, por cuanto los números adimensionados dados por la [4] resultan ser los cocientes de dividir números dimensionados del $[Q]$ por la correspondiente unidad que se emplea para su medida.

Un ejemplo esclarecerá lo expuesto; sean los sistemas de unidades $[P]$ y $[Q]$ los siguientes, con las significaciones ya conocidas:

$$[P_1] = [L];\ [P_2] = [T]$$

y

$$[Q_1] = [L]\ ;\ [Q_2] = [T]\ ;\ [Q_3] = [V]\ ;\ [Q_4] = [A]\ ;$$
$$[Q_5] = [\Omega]\ ;\ \text{y}\ [Q_6] = [\varepsilon]$$

Como

$$[V] = [L]\,[T]^{-1}\ ;\ [A] = [L]\,[T]^{-2} \qquad [1]$$
$$[\Omega] = [T]^{-1}\ ;\ [\varepsilon] = [T]^{-2}$$

resulta que una misma magnitud expresada en ambos sistemas se escribirá

$$a\,[L]^{x_1}\,[T]^{x_2} = b\,[L]^{y_1}\,[T]^{y_2}\,[V]^{y_3}\,[A]^{y_4}\,[\Omega]^{y_5}\,[\varepsilon]^{y_6} \qquad [2]$$

de donde se deduce que

$$x_1 = y_1 + y_3 + y_4 \qquad [3]$$
$$x_2 = y_2 - y_3 - 2\,y_4 - y_5 - 2\,y_6$$

Con los coeficientes de las y se forma la siguiente matriz

	L	T	V	A	Ω	ε
L	1	0	1	1	0	0
T	0	1	— 1	— 2	— 1	— 2

Ahora bien, de las seis unidades básicas que constituyen el sistema $[Q]$, dos pueden elegirse como independientes, resultando así las cuatro restantes dependientes; la elección de las independientes debe hacerse de manera que la determinante principal, de segundo orden en este caso, sea distinta de cero, de manera que podrán ser núcleos de unidades independientes:

$$\{LT\}\ \Delta_1 = \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{vmatrix} \ ; \ \{LV\}\ \Delta_2 = \begin{vmatrix} 1 & 1 \\ 0 & -1 \end{vmatrix} \ ; \ \{LA\}\ \Delta_3 = \begin{vmatrix} 1 & 1 \\ 0 & -2 \end{vmatrix} , \text{ etc.}$$

Elijamos la

$$\{V\Omega\}\ \Delta_4 = \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ -1 & -1 \end{vmatrix}$$

Con esto establecemos que el nuevo sistema $[P]$ lo constituyen las unidades independientes $[V]$ y $[\Omega]$, y el $[Q]$ lo forman las mismas que antes, o sea la totalidad.

Escribamos, ahora, las unidades del sistema $[Q]$ en función de las que hemos adoptado para el $[P]$, omitiendo las dos que forman parte de ambos, por ser obvio,

$$\begin{aligned} [L] &= [V]\,[\Omega]^{-1} \ ; \ [T] = [\Omega]^{-1} \\ [A] &= [V]\,[\Omega] \ ; \ [\varepsilon] = [\Omega]^{2} \end{aligned} \qquad [4]$$

De modo que ahora una misma magnitud expresada en ambos sistemas será:

$$a_i\,[V]^{x_1}\,[\Omega]^{x_2} = b_i\,[V]^{y_1}\,[\Omega]^{y_2}\,[L]^{y_3}\,[T]^{y_4}\,[A]^{y_5}\,[\varepsilon]^{y_6} \qquad [5]$$

y, en consecuencia,

$$\begin{aligned} x_1 &= y_1 + y_3 + y_5 \\ x_2 &= y_2 - y_3 - y_4 + y_5 + 2\,y_6 \end{aligned} \qquad [6]$$

Las unidades [4] que, si bien son básicas del sistema $[Q]$, son dependientes de las dos elegidas para formar un núcleo independiente $[V]$ y $[\Omega]$, y que son las únicas básicas del sistema $[P]$. Ahora

bien, las cuatro unidades [4] o cualquier magnitud escrita con estas unidades, puede expresarse como adimensionada en el sistema $[P]$; en efecto, tomemos como ejemplo la $[A]$, para la cual en la [5] quedan como únicas incógnitas los exponentes de las unidades independientes y el $[A]$; luego se tiene:

$$x_1 = 0, \; x_2 = 0 \quad ; \quad y_3 = 0, \; y_4 = 0, \; y_5 = 1, \; y_6 = 0$$

que reemplazadas en la [6] resulta:

$$0 = y_1 + 1 \quad \therefore \quad y_1 = -1$$

$$0 = y_2 + 1 \quad \therefore \quad y_2 = -1$$

De modo que para una magnitud expresada con la unidad $[A]$ del sistema $[Q]$, reemplazando estos últimos valores en la [5], se tendrá

$$\pi_1 = b_1 [V]^{-1} [\Omega]^{-1} [A]$$

o sea, es adimensionada en $[P]$ y dimensionada en $[Q]$. Procediendo en forma análoga obtendríamos

$$\pi_2 = b_2 [V]^{-1} [\Omega] [L]$$

$$\pi_3 = b_3 [\Omega] [T]$$

$$\pi_4 = b_4 [\Omega]^2 [\varepsilon]$$

que son los números adimensionados que corresponden en el sistema $[P]$ a las unidades dependientes del sistema $[Q]$.

13. Aplicaciones del teorema anterior. — Es común que en las expresiones empíricas que vinculan ciertas magnitudes medibles de un proceso natural, figuren constantes dimensionadas; ahora bien, como dichas expresiones matemáticas deben ser válidas formalmente cuando se varía de una manera cualquiera el sistema de unidades, es conveniente que aquellas constantes figuren en forma adimensionada, porque de este modo quedan invariables en la transformación de unidades.

La transformación referida en el párrafo anterior ya sabemos que es posible cuando el sistema $[Q]$ está formado por unidades independientes y dependientes, y el $[P]$ está formado solamente por las unidades independientes del primero.

Algunos ejemplos esclarecerán sobre la forma como debe procederse

a) Consideremos la conocida fórmula de hidráulica que da la velocidad media en canales:

$$v = x\sqrt{ir} \qquad [1]$$

Tomando el sistema de unidades $[L]$, $[T]$, resulta v (velocidad) medida en la unidad $[L]\,[T]^{-1}$; i (la pendiente superficial), que es un número adimensionado por ser relación de dos longitudes, y r el radio medio de la sección, esto es,

$$r = \frac{s \text{ (sección)}}{p \text{ (perímetro mojado)}}$$

estará medido por la unidad

$$[r] = \frac{[L]^2}{[L]} = [L]$$

Aplicando el principio de homogeneidad a la [1], resulta que x debe medirse en la unidad $[L]^{\frac{1}{2}}\,[T]^{-1}$ y, cuando el sistema de unidades adoptadas es:

$$[L] = 1 \text{ metro, y } [T] = 1 \text{ segundo} \qquad [2]$$

resulta $x = 50 \text{ m}^{\frac{1}{2}} \,.\, s^{-1}$; lo que indica que se trata de una *constante dimensionada.*

Para transformar la constante x en una magnitud adimensionada, y, por consecuencia, independiente del sistema de unidades $[L]$, $[T]$ del que depende la [1], deberá adoptarse un nuevo sistema $[Q]$ de unidades introduciendo en el anterior la nueva unidad $[A^{\frac{1}{2}}]^{-1}$, en razón de que x tiene como unidad $[A^{\frac{1}{2}}]$, siendo A una aceleración, que por comodidad podrá tomarse con módulo igual a la aceleración de la gravedad; luego siendo la nueva unidad

$$[\sqrt{g}\,]^{-1}$$

la transformación de x en magnitud adimensionada se escribirá:

$$x' = x\,(\sqrt{g}\,)^{-1} \qquad [3]$$

donde x' es ahora un número, el que, tomando las unidades [2], resulta

$$x' = \frac{50}{\sqrt{9{,}81}} = 16 \quad ; \quad \text{o bien, } x = 16\sqrt{g} \qquad [4]$$

reemplazando la [4] en la [1], se tiene

$$v = x' \sqrt{i g r} = 16 \sqrt{i g r} \qquad [5]$$

fórmula en la que la constante 16 no depende de las unidades [L] y $[T]$ adoptadas para medir v, g y r; es decir, la constante ahora es adimensional.

b) Otra aplicación es la siguiente: el movimiento del agua en los conductos, siendo:

$$i \text{ (pendiente)} = \frac{h}{l} \quad ; \quad v \text{ (velocidad)} = \frac{4\,q}{\pi d^2}$$

donde q es el caudal y d el diámetro del conducto, se rige por la ley

$$h = k \frac{l\,q^2}{d^5} \qquad [1]$$

aplicando el principio de homogeneidad es menester que k se mida en la unidad $[L]^{-1}\,[T]^2$, es decir, la recíproca de una aceleración; luego para transformar a k en magnitud adimensionada, será menester introducir como nueva unidad dimensional una aceleración, que por comodidad conviene sea, como en el ejemplo anterior, la de la gravedad; luego:

$$k' = k\,[A^{-1}]^{-1} = k\,[A] = kg \qquad [2]$$

donde k' es un número abstracto. Reemplazando ésta en la [1] resulta:

$$h = k' \frac{l\,q^2}{g\,d^5} \qquad [3]$$

Ahora bien, como $k = 0{,}0025\, m^{-1}\, s^2$, de la [2] resulta:

$$k' = 9{,}81 \times 0{,}0025 = 0{,}0245$$

constante que no dependen del sistema particular $[L]$, $[T]$ en que se medirán las magnitudes que intervienen en la [3].

c) Si la constante dimensionada a transformar fuese la recíproca de una velocidad será conveniente, por ejemplo, introducir en la fórmula una nueva unidad, que podría ser la velocidad del sonido.

$$v_0 = 333 \text{ m} \,.\, s^{-1}$$

Si la constante, en cambio, fuese una longitud o un tiempo, para

determinar la nueva magnitud a introducir se combinarán las unidades g (aceleración de la gravedad) ya empleada y v_0, de modo que se tendrá, respectivamente, para $[l]$

$$[l] = \left[\frac{v_0^2}{g}\right]$$

y para $[t]$

$$[t] = \left[\frac{v_0}{g}\right]$$

Si la constante dimensionada a transformar fuese una magnitud de la dinámica, se tratará de escribirla introduciendo como nuevas unidades, por ejemplo: v_c (velocidad de la luz en el vacío o la del sonido en el aire), g (aceleración de la gravedad en el ecuador y al nivel del mar) y δ (densidad del agua o de un determinado cuerpo o la densidad media de la tierra), o cualquier otro grupo de magnitudes que, combinadas convenientemente, permitan formar la o las unidades dependientes de la dinámica que interesan. La condición que conviene sea cumplida por estas nuevas unidades es que sean magnitudes de uso corriente, como las antes mencionadas.

14. Teorema de Buckingham. — Este teorema, denominado también *teorema* π, puede enunciarse así: *si una función*

$$\varphi(p', p'', \ldots . p^{(n)}, q', q'' \ldots . q^{(h)}) = 0 \qquad [1]$$

expresa analíticamente la ley que cumple un fenómeno físico, donde p', p'' ... $p^{(n)}$ *son n medidas constantes o variables de sendas magnitudes hechas con unidades dimensionadas independientes,* q', q'', ... $q^{(h)}$ *son h medidas constantes o variables de sendas magnitudes dimensionadas hechas con unidades dependientes; tal ecuación puede transformarse en otra,*

$$\psi(\pi_1, \pi_2, \ldots . . \pi_h) = 0 \qquad [2]$$

denominada función de Buckingham, en la que figuran h variables π_i *adimensionales; siendo tanto la función* φ *como la* ψ *de forma polinómica, de acuerdo con el teorema de Bridgman.*

La demostración de este teorema puede hacerse como una consecuencia del teorema desarrollado en el nº 12; en efecto, si designamos con $[P]$ el sistema de unidades independientes formado con las que han servido para realizar las medidas $p^{(i)}$, y con $[Q]$ el sis-

tema de unidades formado con las unidades independientes antedichas y las dependientes que corresponden a las medidas $q^{(j)}$, o sea, de todas las magnitudes que intervienen en la evolución expresada por la [1], según se ha visto en aquel teorema, las $q^{(j)}$ pueden escribirse como magnitudes adimensionadas del sistema [P], de donde resulta que la función [1] podría ser escrita en la forma

$$f\,(p', p'' \ldots\ldots p^{(n)}, \pi_1, \pi_2, \ldots\ldots\ldots \pi_h) = 0 \qquad [3]$$

donde $\pi_1, \pi_2, \ldots \pi_h$ son adimensionadas.

Con este supuesto, si se escribe la [3] en forma explícita, resultará, por ejemplo, que

$$p_1 = f_1\,(p'', p''' \ldots\ldots p^{(n)}, \pi_1, \ldots\ldots \pi_h) \qquad [4]$$

pero, por el postulado de homogeneidad, todos los términos de la función polinómica del segundo miembro deben medirse en la unidad en que se mida p', lo cual es un absurdo, por cuanto las unidades de medida p'', p''' ... son independientes de aquélla; y como lo mismo ocurre si, en lugar de p', se toma cualesquiera de las otras magnitudes dimensionadas, resulta que en la función [3], al realizar la sustitución referida, necesariamente deben desaparecer todos los términos dimensionados y, en consecuencia, la [3] no puede tener otra forma que la dada en [2].

Si en lugar de ser q una variable medida con una unidad dependiente, la función considerada hubiera estado constituída por n variables $p^{(m)}$ medidas con unidades independientes, y por una constante k dimensionada con una unidad dependiente, en nada habrían cambiado los razonamientos desarrollados, porque ellos se han hecho sobre la base de las unidades de medida, sin atender a que las medidas respectivas fueran constantes o variables, esto es, el teorema también será válido.

Como ejemplo de este último caso, supongamos tener la función

$$f\,(t, l, v) = 0 \qquad [5]$$

donde t es la medida de un tiempo de unidad [T], l es la medida de una longitud de unidad [L], y v es una constante medida en la unidad dependiente $[L]\,[T]^{-1}$, luego, escribiendo la [5] en forma explícita

$$v = f_1\,(t, l) \qquad [6]$$

donde cada término del segundo miembro debe tener forma

$$a_1 \frac{l}{t}$$

siendo a_1 una constante adimensional.

Dividiendo ambos miembros de la [6] por v, resulta que los términos de la nueva función tendrán la forma

$$a_1 \frac{l}{v\,t} = a_1 \pi_1$$

donde π_1 es adimensional; y la función [6] se escribirá

$$\psi(\pi_1) = 0$$

función de una sola magnitud adimensionada, como se habria previsto por el teorema π.

Debe hacerse notar que toda expresión matemática de un proceso natural, y en éstos incluímos no sólo las leyes de la física, sino de las de la geometría, importa una vinculación analítica entre magnitudes donde *siempre debe figurar por lo menos una magnitud independiente y una dependiente.*

A título ilustrativo se desarrolla a continuación una demostración del teorema π, cuando sólo existe en la función [1] una magnitud independiente.

Consideremos para ello una función polinómica

$$\varphi(p') = 0 \qquad [7]$$

donde figura una única magnitud dimensionada independiente, en que p', es la medida y $[P_1]$ la unidad.

Funciones del tipo de la [7] se tienen en geometría, donde la unidad dimensionada independiente generalmente es la longitud $[L]$.

La forma de esta función podrá ser, por ejemplo,

$$a_m p'^m + a_{m-1} p'^{m-1} + \ldots\ldots a_1 p' + a_0 = 0 \qquad [8]$$

donde a_0, a_1, $a_2 \ldots a_m$ son constantes.

Ahora bien, como cada sumando debe ser de igual dimensión por el principio de homogeneidad, y como además se supone que a_0 es adimensional, porque si no lo fuera, para transformarla en un número bastará dividir el primer miembro por la unidad de medida de a_0, resulta que las m constantes a_1, $a_2 \ldots a_m$ deben ser di-

mensionadas; así a_m debe medirse en la unidad $[P_1]^{-m}$ para que multiplicada por p'^m, cuya unidad es $[P_1]^m$, nos dé un resultado adimensionado. En otros términos, en la función [8] figura la medida p', cuya unidad $[P_1]$ es independiente, y las constantes dimensionadas a_1, a_2 ... a_m, medidas en unidades derivadas, y tales que:

$$\begin{aligned} \pi_1 &= a_1\, p' \\ \pi_2 &= a_2\, p'^2 \\ &\cdots\cdots \\ \pi_m &= a_m\, p'^m \end{aligned} \qquad [9]$$

son términos adimensionados.

Luego la [8] podrá escribirse entonces en la forma

$$\pi_m + \ldots\ldots + \pi_2 + \pi_1 = 0 \qquad [10]$$

que es una función donde figuran en lugar de términos dependientes de la unidad independiente en que se mide p', tantos términos π_i adimensionados como magnitudes expresadas en unidades dependientes de $[P_1]$ figuraban en la [8], lo que demuestra el teorema en la circunstancia supuesta.

15. Aplicaciones del teorema de Buckingham. — Por de pronto, este teorema nada dice acerca de la forma, o del medio, para encontrar la forma de la función de los números π_i; no obstante, como se verá en los ejercicios que se desarrollan a continuación, es un poderoso auxiliar para determinar el vínculo matemático existente entre varias magnitudes físicas.

En las aplicaciones de este teorema, lo primordial es establecer cuáles son las magnitudes que se estima intervienen en la descripción de una determinada evolución de un sistema material, y escribir cuáles son las unidades en que deben medirse cada una de ellas; y luego, elegir entre dichas magnitudes cuáles deben tomarse como independientes y cuáles como dependientes. Ya sabemos que con estas últimas se formarán los números adimensionados π_i que son esenciales para expresar la función de Buckingham.

Según hemos visto, por la forma en que se condujo la demostración del teorema π, si la magnitud $Q^{(j)}$ dimensionada se mide por la unidad dependiente

$$[Q_j] = [P_1]^{\alpha}\, [P_2]^{\beta} \ldots\ldots [P_h]^{\theta} \qquad [1]$$

el número π_j correspondiente estaba dado por la expresión adimensionada

$$\pi_j = Q^{(j)} \,.\, [P_1]^{-\alpha} \, [P_2]^{-\beta} \, \ldots\ldots \, [P_h]^{-\theta}$$

a) Consideremos ahora un primer ejemplo. Si se admite que le ley de la caída en el vacío de un móvil es una expresión en que se vinculan: l la altura; t el tiempo tardado desde la posición $l = 0$ y cuando la velocidad inicial es nula; y g la aceleración de la gravedad, se tendrá:

$$f(l, t, g) = 0$$

Las unidades en que se miden estas m magnitudes son:

$l\,[L]$ longitud

$t\,[T]$ tiempo

$g\,[L]\,[T]^{-2}$ aceleración

que permiten escribir la siguiente matriz:

	l	t	g
L	1	0	1
T	0	1	-2

De la cual se deduce que las determinantes principales son de segundo orden, o sea $h = 2$; luego $m - h = 1$.

Si adoptamos como determinante principal

	l	t
L	1	0
T	0	1

lo que importa establecer que las magnitudes independientes adoptadas son l y t; la magnitud dependiente g es la que dará el único número adimensionado, que será

$$\pi_1 = g\,(l\,t^{-2})^{-1} = \frac{g\,t^2}{l} \qquad [2]$$

y, por consecuencia, la función de los números adimensionados será:

$$\Phi\,(\pi_1) = \Phi\left(\frac{g\,t^2}{l}\right) = 0 \qquad [3]$$

El teorema de Buckingham nada nos dice sobre la forma de la [3], pero por ser función implícita de una sola magnitud, ésta es una constante que, en general, dará la experimentación, y que en este caso la mecánica teórica permite calcular, dando el valor 2 cuando la caída es libre, y $\frac{2}{\cos \alpha}$ cuando se realiza sobre un plano inclinado que forma el ángulo α con la vertical.

b) Consideremos otro ejemplo: un péndulo elástico, supuesto que el resorte tiene longitud l, cuando no está sujeto a esfuerzos; que k es su constante elástica, t_0 la duración de la oscilación, g la aceleración de la gravedad, α el ángulo de apartamiento máximo con respecto à la vertical, y p el peso del cuerpo suspendido; es decir aquí se tiene $m = 6$.

La función que vincula estas magnitudes será

$$f(l, k, t_0, g, \alpha, p) = 0 \qquad [1]$$

Las unidades en que se miden estas magnitudes, son:

$l\ [L]$, longitud
$k\ [F]\ [L]^{-1}$, fuerza por unidad de longitud
$t_0\ [T]$, tiempo
$o\ [L]\ [T]^{-2}$, aceleración
α, número abstracto
$p\ [F]$, fuerza

Las ecuaciones dimensionales permiten escribir la matriz

	l	k	t_0	g	α	p
L	1	−1	0	1	0	0
T	0	0	1	−2	0	0
F	0	1	0	0	0	1

en la cual se advierte que las determinantes principales son de tercer orden, esto es, $h = 3$; por comodidad puede tomarse como determinante principal la siguiente:

	l	t_0	p
L	1	0	0
T	0	1	0
F	0	0	1

lo que importa establecer que las magnitudes independientes serán l, t_0, p; de manera que los $m - h = 3$ números adimensionados, que en este caso son: $\pi_1 = \alpha$, que no necesita afectarlo de transformación alguna por ser directamente un número;

$$\pi_2 = g\,[l\,t_0^{-2}]^{-1} = \frac{g\,t_0^2}{l};$$

y

$$\pi_3 = k\,[p\,l^{-1}]^{-1} = \frac{k\,l}{p}$$

De manera que la función de los números adimensionados será

$$\Phi\left(\alpha, \frac{g\,t_0^2}{l}, \frac{k\,l}{p}\right) = 0$$

que escrita en forma explícita podrá tomar la forma

$$\frac{g\,t_0^2}{l} = \Phi_1\left(\alpha, \frac{k\,l}{p}\right) \qquad [2]$$

o bien

$$t_0 = \sqrt{\frac{l}{g}}\,\Phi_1\left(\alpha_1 \frac{k\,l}{p}\right) \qquad [3]$$

donde la función Φ_1 no está determinada. Sin embargo, en ella se advierte que si $k = 0$, se trata de un péndulo simple, y la [3] toma la forma

$$t_0 = \sqrt{\frac{l}{g}}\,\Phi_1(\alpha)$$

donde la función $\Phi_1(\alpha)$ se determinará en general experimentalmente, aunque en este caso especial es posible calcularla con los recursos de la mecánica teórica.

16. La teoria de los modelos y el teorema de Buckingham. — Es sabido que en la « Teoría de los modelos » se establece la *semejanza de dos sistemas materiales, que están cumpliendo sendas evoluciones,* expresando la constancia de diversos números adimensionados —denominados *escalas*— que son cocientes de magnitudes de la misma especie que se corresponden en aquellos sistemas.

Para ello, en primer término, se establece una correspondencia

biunívoca entre sendos puntos materiales constitutivos de los sistemas y se dice:

a) que hay *semejanza geométrica,* cuando

$$\frac{l}{l'} = \lambda_1 \text{ (escala de longitudes)} \qquad [1]$$

donde l y l' son sendas longitudes medidas entre puntos que se corresponden;

b) que hay *semejanza cinemática* cuando, además de la *geométrica* entre los puntos constitutivos de ambos sistemas materiales y las trayectorias que ellos describen, se cumple la expresión

$$\frac{t}{t_1} = \lambda_2 \text{ (escala de tiempos)} \qquad [2]$$

donde t y t' son sendos lapsos tardados en recorrer espacios que se corresponden;

c) que hay *semejanza dinámica* cuando, además de la *cinemática,* las masas de los puntos que se corresponden, constitutivos de ambos sistemas, guardan la relación

$$\frac{m}{m_1} = \lambda_3 \text{ (escala de masas)} \qquad [3]$$

donde m y m' son sendas masas de puntos que se corresponden; pudiendo aquí, también, tomarse la relación de densidades.

Otras veces se definen semejanzas especiales según el fenómeno que se desea estudiar y, al efecto, se establece la escala de fuerzas o la de diversas otras magnitudes que intervienen en la evolución.

Establecidas así las escalas de las magnitudes independientes, se deducen por relaciones conocidas las escalas de las magnitudes dependientes.

En efecto, si P_1, P_2, ... P_n, son magnitudes independientes del sistema material I; y P_1', P_2', ... P_n', las correspondientes del sistema II; Q_h una de las magnitudes dependientes del primer sistema y Q_h' la correspondiente del sistema II, es sabido que la escala de estas últimas magnitudes es

$$\frac{Q_h}{Q_h'} = \lambda_1^{\alpha} \lambda_2^{\beta} \cdots\cdots \lambda_n^{\theta} \qquad [4]$$

donde

$$\lambda_1 = \frac{P_1}{P_1'} \;;\; \lambda_2 = \frac{P_2}{P_2'}, \cdots\cdots \lambda_n = \frac{P_n}{P_n'} \qquad [5]$$

Ahora bien, la [4], teniendo en cuenta la [5], nos permite escribir

$$\pi_h = Q_h P_1^{-\alpha} . P_2^{-\beta} \ldots\ldots P_n^{-\theta} = Q_h' P_1'^{-\alpha} . P_2'^{-\beta} \ldots\ldots P_n'^{-\theta} \qquad [6]$$

Estos números adimensionados no son otros que los determinados en el nº 12, que figuran en el teorema π del nº 14, de donde resulta: *que dos o más sistemas materiales que evolucionan en forma semejante, tienen los mismos números π, o sea, satisfacen a una misma función de Buckingham.*

De modo que determinada una función de Buckingham por medio de experiencias realizadas en un sistema que llamamos *modelo,* élla es válida para otro sistema material que llamamos *prototipo,* siempre que los cocientes de las magnitudes independientes sean constantes durante sendas evoluciones; tales cocientes, no son otra cosa que las escalas en que la evolución del prototipo está representada por la del modelo.

Como ejemplo tomemos la evolución estudiada en el nº 15-*b*), que corresponde al péndulo elástico, donde se ha determinado la siguiente función de Buckingham:

$$\Phi\left(\alpha, \frac{g\, t_0^2}{l}, \frac{k\, l}{p}\right) = 0 \qquad [7]$$

siendo

$$\pi_1 = \alpha \quad ; \quad \pi_2 = \frac{g\, t_0^2}{l} \qquad [8]$$

$$\pi_3 = \frac{k\, l}{p}$$

Y, supongamos que las experiencias hechas con un péndulo elástico *modelo,* han permitido determinar que cuando se toman como datos $\pi_{01} = \alpha_1$; y $\pi_{03} = \frac{k_1 l_1}{p_1}$, resulta que π_2 adquiere el valor particular π_{02}; luego, de acuerdo con lo expuesto, si en el péndulo elástico *prototipo* π_{01} y π_{03} tienen los mismos valores que le corresponden al modelo, también le corresponderá para π_2 el valor π_{02}, de modo que designando a las siguientes magnitudes de prototipo:

l_1 longitud del resorte
t_1 duración de la oscilación
g_1 aceleración de la gravedad

se podrá escribir como correspondiente de la [8],

$$\pi_{02} = \frac{g_1 t_1^2}{l_1} \quad \therefore \quad t_1 = \sqrt{\pi_{02}} \sqrt{\frac{l_1}{g_1}} \qquad [9]$$

expresión que permite determinar el período de oscilación del péndulo elástico prototipo.

Bibliografia

Finzi, B. — « Meccánica razionale ». Tomo I. 1952.

Hill, Walter S. — « Teoría general de las magnitudes físicas ». Montevideo, 1941.

Bridgman, P. W. — « Análisis dimensional ». Publicación de la Universidad de Tucumán.

Spataro, Donato. — « Trattato Completo de Idráulica Teórica e Sperimentale ». Tomo III. Hoepli, 1942.

Berta, Carlos. — « Semejanza mecánica ». Facultad de Ciencias Físicomatemáticas de La Plata, 1944.

SECCIÓN CONFERENCIAS

EL CALDEN (*)

POR EL

INGENIERO AGRÓNOMO JOAQUIN LUIS ALFONSO

Cuando el doctor Liebermann me propuso que desde esta tribuna desarrollara una charla sobre « El Caldén », me encontraba releyendo « Un viaje al país de los Araucanos » de Estanislao Zeballos, obra escrita en 1880.

La coincidencia aceleró la aceptación de la propuesta, movido por el deseo de transcribir algunas observaciones de este interesante escritor en el recordado libro, cuya trama se desarrolla casi íntegramente en la « Tierra del Caldén ».

Comparto el pensamiento de Delaunay en cuanto se refiere a que los hombres de estudio, sin descuidar la ciencia pura, deben atender la faz práctica de sus especulaciones, esforzándose en divulgar conocimientos útiles a la sociedad. Así entiende el ciclo que lleva adelante este Seminario y por ello he estimado conveniente no encarar una conferencia basada en ciencia pura, sino dar a conocer o recordar, a legos e idóneos, algo sobre « El Caldén », y convencido de que conviene la amenidad al fondo de lo propuesto, trataré de envolver el motivo de esta charla con el aporte de coloridas descripciones, pintorescas reflexiones y recordaciones históricas.

Advertido, pues, el oyente, trataremos de ubicarnos en los *dominios del caldén.*

La modificación de las líneas de fronteras significó siempre para la Argentina un motivo de progreso. Se aumentaba el territorio en manos civilizadas y se constreñía al indio a lugares alejados, cuando no se lo asimilaba.

Las expediciones realizadas por aquel motivo también representaron un valioso aporte para el conocimiento científico de los veda-

(*) Conferencia pronunciada por el autor en el Seminario Francisco P. Moreno de la Sociedad Científica Argentina el 23/5/51.

dos dominios de los indígenas, ya que con ellas iban frecuentemente, como acompañantes, hombres de ciencia, misioneros, escritores etc.

Los misterios de las tierras donde moraban las tribus ranqueles y araucanas, en cuanto se refiere al Este de esos dominios, comenzaron a develarse con las expediciones militares o científicas de Lucio V. Mansilla (1869), Estanislao Zeballos (1879), general Eduardo Racedo (1879), Lorentz y Niederlein (1880) (Expedición del general Roca), Eduardo Kurtz (1881), Juan B. Ambrosetti (1893), y Eduardo Ladislao Holmberg (1898), que por lo general profundi-

zaron observaciones desde el punto de vista botánico. Esta es la razón por la cual documentaré mis palabras con el aporte de esos hombres que tanto hicieron por el país en épocas tan difíciles.

En la bibliografía que ellos nos legaron, la búsqueda sobre « El Caldén » ha sido realizada con el ánimo de llevar hasta ustedes la idea de la región que cubría esta especie endémica en aquellos tiempos, para comparar con la que de ella queda actualmente.

Lucio V. Mansilla, ascendido a coronel por méritos de guerra en 1869, es designado jefe de la frontera de Córdoba al término de la guerra de la Triple Alianza. Es en misión de servicios que se adentra en el territorio de La Pampa a fines del mismo año y principios del siguiente. Sus chispeantes memorias, llevadas al libro, resumen una serie de datos de alto valor para determinar el límite norte del *bosque de caldén.*

Sale esa misión del fuerte Sarmiento, pasa, descansa o espera la luz del alba del nuevo día, por Arganas, Laguna Alegre, Monte de la Vieja, Zorro Colgado, Laguna del Pollo, Usgelo, Colí-Mula, Ralicó, Aguada de Tremencó, Laguna del Cuero, La Verde, Aillancó, Calcumuleo hasta Leubucó, donde estaban las tolderías de Mariano Rosas, cacique ranquel ahijado de don Juan Manuel de Rosas.

A lo largo de este itinerario, que he reconstruído con una línea, valiéndome de mapas de la época y en especial de la « Carta topográfica de La Pampa y de la línea de defensa contra los indios » (1875) ordenada por el doctor Adolfo Alsina, se cita con frecuencia al *caldén,* al *algarrobo* y al *chañar* y, en su parte norte, al *alpataco.*

Al llegar al Cuero —1— (1), escribe Mansilla: « hermosos, seculares *algarrobos, caldenes, chañares, espinillos* —bajo cuya sombra inaccesible a los rayos del sol crece frondosa y fresca la verdosa gramilla— constituyen estos montes, que no tienen la belleza de los de Corrientes, del Chaco o Paraguay » y, luego de hacer un contraste con los de estos últimos lugares, agrega: « No he visto, jamás, en mis correrías por la India, por Africa, por Europa, por América, nada más solitario que estos montes del Cuero. Leguas y leguas de árboles secos, abrasados por la quemazón; de cenizas que envueltas en la arena se alzan al menor soplo de viento, cielo y tierra; he ahí el espectáculo ».

Esta última observación, me obliga a traer a colación la cita de

(1) Los números entre guiones corresponden a las indicaciones del mapa.

Monticelli (¹) sobre un trabajo de Oscar Schmieder de la Universidad de California: « En estos folletos, dice, documentados por quien seguramente ha vivido entre nosotros, se cita la opinión de Darwin y de Grisebach, concordantes en atribuir la falta de bosques en la pradera pampeana a la acción de los vientos fuertes y continuados. Esta explicación debe descartarse ante la experiencia concluyente del monte artificial que hoy es abundante. Trae luego la opinión de Kurtz, el cual reconoce que no puede invocarse el régimen de las lluvias como causa, por la misma razón de los montes artificiales allí existentes, y ensaya explicarlo por una cierta distribución de las aguas subterráneas sin reparar que vuelve a caer en la misma contradicción. Schmieder da por seguro que no se deben invocar razones climáticas o edáficas, e intenta demostrar que la estepa o pradera no es la clímax (vegetación primitiva), basando su razonamiento en numerosas citas del período colonial que acusa la existencia primitiva de bosques hasta las puertas mismas de la capital y que hoy habrían desaparecido. La idea que inspira el estudio es una acusación a los españoles, quienes a su juicio, se encargaron de completar la obra destructora de los bosques comenzada por los indios ».

Estimo que los indios en sus luchas internas, como así durante las correrías de los malones, han quemado extraordinarias superficies boscosas, al igual que posteriormente los colonizadores, lo cual mueve a decir también a Holmberg (²), al referirse a las grandes extensiones destruídas por el fuego, que « no se nota en nuestros habitantes, ningún apego al bosque ».

Acompañemos ahora al doctor Estanislao Zeballos en su itinerario del año 1879, partiendo desde Guaminí, por ser esta su primera cita para el *caldén*.

Esa preciosa villa de Santa María de Guaminí, con sus 400 cristianos, 60 indios con sus mujeres e hijos aprendiendo a leer y escribir, representaban un oasis, con cercos de « tapia de cajón », en medio de aquel desierto.

« Mi imaginación se exalta », dice Zeballos, « cuando al llegar a la estación telegráfica oigo las palpitaciones del aparato Morse en aquel desierto, pensando que la toldería secular era hoy (a menos de tres años de su ocupación) una villa pintoresca, unida no sólo

(¹) Monticelli, J. V. — « Anotaciones fitogeográficas de la Pampa Central ».
(²) Holmberg, E. L. — « De Buenos Aires a la Cumbre ».

a las capitales argentinas sino a los cinco continentes por el alambre eléctrico ».

Es en esos días que el presidente de la República, decreta la colonización de Guaminí, Carhué, Puán y Puerto Argentino, sobre la línea de la frontera.

Ubicados en este lugar, lleguémosnos a la Laguna del Monte —2—, dentro de la que emerge cubierta de frondosa vegetación la homónima isla, a la que le debe el nombre, « en cuya arboleda, dice Zeballos, aletean y cantan innumerables aves que el hombre no molesta en sus persecuciones crueles ».

Comenta este autor que sobre tal vegetación nada supieron los expedicionarios más antiguos, pues la profundidad de las aguas impedía llegarse sin la ayuda de una embarcación. Fué Freire, con nadadores y botes, que venció el pequeño obstáculo y « descubrió » sus especies, que serían las mismas de la floresta pampeana: *caldén, chañar, sombra de toro* y *tala.*

Esa vegetación constituye para Zeballos, ya entonces, una interesante anomalía del panorama y busca su explicación, pues en « muchísimas leguas a la redonda el campo, ondulado, no alimentaba vegetación florestal ».

La explicación la halla en la diseminación de las especies por las aguas corrientes de los ríos, principalmente el Quinto por el este y el Chadí-Leuvú por el oeste, fijando la laguna del Monte como antiguo desagüe del Chadi-Leuvú y dando la misma explicación para las arboledas señaladas en el valle de este cerrado lecho, entre Salinas Grandes y Thrarú-Lauquén.

Este testigo, a mi juicio, reafirma la teoría sobre la retrogradación de los bosques en esa región, a consecuencia del fuego. El de la isla, en Guaminí, supervivió en una zona arrasada por milenarias y sucesivas quemazones porque la barrera del agua impidió que fuera devorado por las llamas.

Así, previa explotación, en Santa Fe consume el fuego lo que del bosque queda para dar paso a los cultivos; así igual se anula, en el Chaco y Formosa, para dar lugar a los algodonales; así desapareció en Tucumán para ser suplido por la caña; así en Salta y Jujuy para los frutales, y así también en las Pampas, sin que veamos aquí, como en aquellos lugares, el engañoso espejismo de tentadoras razones económicas.

Monticelli [1], en cambio, sostiene que la ausencia de árboles de la pradera pampeana se debe únicamente « al carácter moderno del suelo o loess pampeano », idea que también comparte Hauman, según cita de Parodi.

Cabría aquí un interrogante: ¿cómo hay y hubo bosques, en mayores extensiones aún, dentro de la región descripta, que también conforma a esa calidad?

Nuevamente reitero que me inclino a creer que ha habido « desaparición moderna de bosques » en esta región, como antiguamente las hubo de *araucarias* en plena meseta patagónica, si bien las causales fueron distintas.

Sin duda la acción destructiva antropozoica ha motivado que el *caldén,* en vez de avanzar, haya retrocedido hacia su epicentro natural.

Volvamos al hilo del asunto. Zeballos avanza luego en ese desierto hacia el oeste y pasa por Leubucó [2], Tromen-Lauquén, hasta llegar a Atreucó —3—, señalando aquí la presencia de los primeros montes desde su salida de Guaminí, compuestos de *algarrobo blanco, espinillo, chañar* y algunas *acacias.* Está ya Mamuel-Mapú [3] y luego alcanza Quethre-Manuel donde el bosque se define firmemente, constituyendo ya no islotes de árboles sino una selva tupida y espesa, donde encuentra Zeballos « el primer bosque de *caldenes colosales* ». Más adelante, después de una travesía por arenales, penetra en otro bosque de *caldenes* que bautiza con el nombre de « Cabo Soto » —4—, en honor del soldado promovido a cabo, que durante nueve días, perdido en esas tierras, huyó de los indios « sin que fuera batido por el hambre, la sed, ni la persecución pavorosa del vándalo enfurecido » y que, en cambio, lo desmayara la emoción suprema de ver flamear su bandera al reencontrar el campamento. En el bautizo de ese bosque, hoy lugar, así dijo Zeballos: « que estos *caldenes,* testigos de los supremos dolores de su fuga, conservan su nombre como el de uno de los obscuros mártires de la conquista del desierto!! ».

Relata aquí el citado autor el aspecto de esos bosques con estos

(1) MONTICELLI, J. V. — *Obr. cit.*

(2) Leubucó, del araucano; Leubú, igual a río; có, agua, es decir « agua corriente ». Por ello es frecuente ese nombre señalando distintos lugares geográficos.

(3) Del araucano: comarca o país de los montes.

términos: « El estado de los montes era conmovedor. Los indios en su desesperación, agredidos por el ejército en sus propios toldos, pusieron fuego a los campos. Las huellas, que por doquiera miro, revelan que este territorio fué, no ha mucho, un océano de llamas. La misma selva lo era de fuego. Ahí están sino los colosos convertidos en esqueletos de carbón, brotando de nuevo del tronco mismo, cuando no derrivados por el huracán. En 1889, cuando el General Levalle regresaba de una de las expediciones, con centenares de prisioneros, los bárbaros lo perseguían con el fuego. El viento era en la dirección que Levalle llevaba y le quemaron los campos a retaguardia. El incendio colosal avanzaba con rapidez vertiginosa y pronto rodeó el campamento de nuestros soldados. Fué necesario marchar rápidamente de noche para salvarse del oleaje gigantesco de las llamas que se alzaban desde las gramíneas hasta las copas de los seculares *caldenes*, iluminando con su resplandor siniestro los regimientos y los batallones delante del fuego y a retaguardia los indios, que contemplaban como legiones de demonios, el cuadro pavoroso de su obra. Palpitan a la vista las huellas del estrago espantoso en un espacio de miles de leguas cuadradas!! ».

Más adelante, en su expedición, llega al Sauce, donde la arboleda continúa compuesta por *algarrobos, espinillos, chañar, sombra de toro,* que cita con sus nombres técnicos además del *caldén;* pasa por Quethre Huithrú (1), caldén solitario de 20 metros de alto y 250 metros cuadrados de área proyectada, con un suelo poblado de hijos de este viejo ejemplar en cuyo tronco se grabó a cuchillo: « Dr. Adolfo Alsina ».

Acampa luego en Thrarú Lauquén, donde también hay bosques de *caldén* y cita el empleo de esta madera en fuertes y pesados arados, como así en platos, cucharas, morteros, bateas, etc., que revelan la habilidad del paisano araucano para tallar y pulir la madera de sus comarcas.

Siete leguas más adelante, en Mehuaca; pernocta dentro « de una selva de *caldenes, algarrobos* y *espinillos* de dos kilómetros cuadrados de superficie ».

Después de pasar por Urre-Lauquén alcanza la sierra de Lihué-Calel donde, tras una interesante enumeración de especies botánicas con su terminología latina, cita a « el alto y abierto *caldén cercano* pariente de los *blancos* y *negros algarrobos* ».

(1) Del araucano: Quethre, solitario, y Huithrú, caldén.

Desde entonces, hasta poco después de la confluencia del Colorado con el Callvucurá, - 6 - no vuelve a citar el *caldén* en el texto de su libro; empero, en las planillas de distancias y rumbos al salir de punta del Monte —5— acota: « termina aquí la selva (1) de grandes *caldenes* que por tantas leguas nos han acompañado y favorecido ».

Al referirse a los árboles de Callvucurá expone « la selva negra, de añosos y corpulentos *caldenes* y *algarrobos,* ya achaparrada, aparece siempre negra y carbonizada como la hemos visto desde Salinas Grandes, exhibiendo la última palpitación sombría del furor de la barbarie ».

He aquí repetido, otra vez más, el fuego como factor de desaparición de esos bosques.

Como última referencia a este árbol cabe consignar la de Loncohuaca —7—, cuya presencia, dice, es ya escasa, pero donde se conserva, entre las ruinas de las tolderías araucanas, el árbol sagrado, el más corpulento de todos ellos, a cuya ramazón los creyentes paisanos (2) depositaban sus ofrendas.

Juan B. Ambrosetti, en su viaje a La Pampa Central (1893) sigue, al comienzo, el itinerario de Zeballos, mereciendo indicarse su referencia cuando dejando atrás a Atreucó —3— dice: « el viaje se hacía cada vez más pesado por la cantidad de arena, al mismo tiempo que puede decirse que entrábamos en la región del monte compuesto en su mayor parte de *algarrobos, espinillos, chañares,* etc. para continuar más adelante, casi exclusivamente, el *caldén* ». Antes de llegar a Sauce, pone en evidencia que « los árboles de *caldén* se muestran cada vez más grandes ».

Deja luego atrás Monte Blanco, Algarrobito, Rucamila; llega hasta donde actualmente se levanta General Acha, siguiendo después al S. E. hacia Ucal —8—. Es aquí su última cita sobre bosques de *caldén*.

También Ambrosetti lamenta las grandes extensiones de bosques destruídos por incendios, y dice « que los bosques con este forestal constituyen un gran recurso para la ganadería por sus frutos ».

El General Eduardo Racedo en la 3ª Expedición al territorio de los Ranqueles en 1879, siguió, 10 años después, el derrotero de Mansilla.

(1) Zeballos aclara que el término selva lo emplea como sinónimo de monte o bosque.

(2) El araucano se ofende a llamárselo indio; paisano es la acepción usada.

Sus observaciones fueron especialmente sobre cuestiones tácticas y militares; no obstante, confirma antecedentes sobre el *caldén* que ya suministrara Mansilla y lleva la indicación aún más al Norte: a Ugnelo —9— a 34° 45′ 14″ de Latitud Sur.

Entrando a considerar los estudios botánicos de Lorentz y Niederlein, que acompañaron al General Roca en su expedición al desierto, los de Kurtz y de Holmberg, también se comprueba la existencia del *caldén* a grandes distancias de los lugares donde hoy se asocia o consocia.

Holmberg cita los primeros bosques de chañar a 517 kilómetros al Oeste de Buenos Aires y lleva la distancia a 600 kilómetros —10—, sobre aproximadamente el paralelo de 34° L. S., para señalar la presencia de los primeros *caldenes* en la formación que él llama *monte oriental* o de los *Prosopis.*

Empero, aún más al Norte, indica la existencia de este forestal en Villa Mercedes (San Luis) —11— y acota que no hace muchos años aquellos lugares estaban cubiertos con árboles de esta especie de más de 1 metro de diámetro y cita hacia el S. E., a ambas márgenes del río V°, la presencia de anchas fajas de *caldén.*

Lorentz y Niederlein parecen haber bordeado la presencia del *caldén,* pues su itinerario fué el E. y S. de la formación. La seriedad de sus trabajos permiten afirmar que el *caldén* no se encuentra en los lugares recorridos no obstante haber pasado muy próximo, pero al Norte, de sitios donde aún hoy existe y que cita Monticelli (1) en las cercanías de la estación Algarrobo, Provincia de Buenos Aires.

Kurtz (2) incursiona sobre el N. y O. del área geográfica de esta especie haciendo una pequeña entrada en el territorio de La Pampa, hasta la confluencia de los desaguaderos del Atuel y Salado.

Cita en su recorrido con frecuencia al *caldén,* llevando el límite, hacia el O., hasta la ribera derecha del río Diamante —12—, cubriendo los médanos que lo rodean.

Monticelli, en época más reciente, señala ya su existencia, en su límite Este, en las proximidades de Santa Rosa —13—, en una agrupación de unas 300 hectáreas con *caldenes* diseminados a 20 m uno de otro, y lo determina hacia el Sur, con árboles aislados, en la estación Algarrobo —15—, como ya lo indicara anteriormente.

(1) MONTICELLI, J. V. — *Obr. cit.*
(2) KURTZ, F. — « Dos viajes botánicos al río Salado Superior ».

Por otro lado lo señala formando pequeñas proporciones dentro del bosque que bordea ambas márgenes del Salado, prolongación del Desaguadero —14—.

Burkart, de acuerdo al material estudiado [1], lo cita como herborizado en el Volcán, cerca de la capital de San Luis —16—, en Villa Mercedes de la misma provincia, en Santa Rosa, Río Colorado —17— y en General Acha, de La Pampa, y también indica el *caldén* en Anzoategui —18— en el mismo territorio.

El estudio forestal más completo, de data reciente, sobre esta especie que se desarrolla en un ambiente de « parque natural », es el de Carmelich y Koutche [2], quienes fijan la zona boscosa explotable del *caldén* entre los paralelos 35° 15′ y 38° 20′ de L. S. y los meridianos 64° y 65° 45′ de longitud Oeste, mientras que el área geográfica la admiten aproximadamente entre los 34° y38° L. S. y 64° y 66° L. O. Greenwich, descartando algunas citas de orden botánico.

En base a esa información, he llevado al mapa esas dos áreas, la que complemento con la obtenida con los datos que suministran los autores citados a lo largo de esta charla, en cuanto se refieren a la existencia de bosques densos. Se marcan, además, las referencias de formaciones en otras zonas más alejadas, como así de árboles o grupos aislados que alcanzan desde San Luis hasta el Río Colorado, y desde la Laguna del Monte al Río Diamante.

Este panorama gráfico es tan claro que priva extenderse en más consideraciones. Sin contar lo que se pudo quemar o utilizar dentro de las zonas A y B, se observa que el bosque ha retrocedido hacia el Sud y el Oeste casi 55 y 80 kilómetros, respectivamente, en menos de 70 años, de acuerdo con la tercera línea reconstruída.

Es de lamentar que en presencia aún de la continuidad de una inconveniente política, no se tomen, con urgencia, medidas para terminar con un proceso que lleva a la esterilidad y que ya ha motivado el éxodo de colonias agrícolas completas en busca de mejores horizontes.

Esta admirable especie arbórea, que la naturaleza pareciera haber dispuesto como protectora de una región, parece condenada a desaparecer sino se aplican a la brevedad, racionales medidas ten-

[1] Burkart, A. — « El nombre científico del caldén en La Pampa ».

[2] Koutche, V., y Carmelich, J. N. F. — « Estudio forestal del caldén ».

dientes a la conservación, mejoramiento y ampliación de esos bosques.

Es probable que, en el decurso ya de siglos, ese despiadado ataque al bosque y su tala, en pro del campo cultivable, sean causa de descensos de lluvias y de aridez en la región, que se evidencia en la declinación de los cultivos y la disminución de la receptividad ganadera, como así, libradas de barreras, las densas nubes de polvo que el viento arrastra, asuelen las regiones desmontadas.

No existiendo ya bosques fiscales en La Pampa, proponía hace años (1) que el Estado adquiriera una extensión determinada de bosques que permita la conservación de la especie, evitando, así, su total desaparición. Este sería, quizá, el primer paso para una experimentación, ya sea con fines de conservación o propagación del bosque. Puede ocurrir que cuando la evolución experimental llegue a su término —con todas las vicisitudes de éxitos y fracasos imprevistos— convenza de que el destino económico de toda la región del *caldén* sea para bosques y no para agricultura.

Con referencia a la evolución experimental, entendemos por ella las diferentes fases del ensayo, y que, por lo tanto, puede dividirse en sistemas silviculturales: la regeneración de un nuevo bosque de caldén o renovación artificial con otras especies económicamente de mayor valor y aptas al lugar o bien por medio de una combinación de los dos sistemas.

Entrando en la consideración del individuo, cuyo habitat he bosquejado, diré que esta leguminosa del género *Prosopis* está ubicada dentro de la *Sección Algarrobia,* notoria por sus dificultades sistemáticas, siendo identificada, casi siempre, en forma errónea, como *Prosopis Algarrobilla Grisebach.*

Burkart (2) demuestra esta equivocación, como así las imposibilidad de aceptar algún otro nombre de sus anteriores descripciones, como consecuencia de la ley de homonimia, razón por la cual la señala como una nueva especie *Prosopis caldenia Burk,* en 1940.

Sin embargo Monticelli (3) sostiene acertadamente, con anterioridad, que el *caldén* carece de nombre científico y sugiere el de *Prosopis Caldén,* que estimo es el que corresponde (4) y cuya reivin-

(1) Alfonso, J. L. — « Forestales indígenas en la Argentina ».

(2) Burkart, A. — « Materiales para una monografía del género Prosopis ».

(3) Monticelli J. V. — *Obr. cit.*

(4) A mi juicio el nombre debería haber sido *Prosopis calden* Burk.

dicación se impone, no obstante no haber llenado la formalidad de la descripción.

El *caldén* tiene marcada tendencia a agruparse en consociaciones, distribuyéndose esas reuniones puras a guisa de sabanas en estepas de pastos duros, semejando, muchas veces, parques naturales.

A pesar de ese predominio se le encuentra mezclado con otras especies, cuyas principales ya he indicado anteriormente.

Tanto los bosques puros, como aquellos en que el *caldén* vive asociado, tienen una fisonomía particular que le aporta la falta de densidad propia de la constitución de un bosque. Las fotografías que se pasarán a continuación muestran claramente esa particularidad unida a la falta del soto bosque.

Dentro de su área geográfica, esta leguminosa está muy lejos de ocupar la totalidad del espacio ya que se presenta en forma de macizos raleados, fajas o isletas de superficie varia, separadas irregularmente, dentro de las cuales crece a distancia suficiente como para que sus copas raramente se toquen.

No obstante en lugares favorecidos por la composición del suelo, como por su orientación y altimetría, se encuentran consociaciones mucho más densas.

La falta de densidad del bosque podría explicarse como consecuencia de la competencia radicular, por cuanto las raíces del *caldén* son muy superficiales y llegan a tener hasta 30 metros de largo.

Es una especie de porte mediano, cuya altura muy pocas veces excede de los 11-12 metros, estando entre los 5 y 8 metros la más frecuente. Algunos ejemplares alcanzan el metro y medio de diámetro, pero los más comunes fluctúan entre 20 y 80 cm.

Por lo general se ramifica a poca altura del suelo, siendo de fuste bajo y proporcionando, por ello, rollizos y ramas gruesas de escaso largo y marcadamente retorcidas.

Holmberg (1) no recuerda un solo árbol más interesante que el *caldén*: « su ramas retorcidas y espinosas con su corteza y la del tronco obscura y resquebrajada, lo rudo de su aspecto, lo áspero de su masa, la nobleza de su porte, y algo que emana de su conjunto en la selva » le hacen recordar los robles y las encinas a los que se asemeja el árbol cuya semblanza estoy haciendo, y recuerda

(1) Holmberg, E. L. — « La Flora de la República Argentina ».

« que a su sombra los rudos germanos de otros tiempos, ejecutaban sangrientos sacrificios en honor del Dios Teutátes » y, curiosa coincidencia, en aquellos árboles crecía un planta llamada « gui » o muérdago sagrado, en su traducción, lo mismo que en el *caldén*, árbol sagrado de los araucanos, « radica también el Loranto de rojas flores ».

Sus hojas son caedizas, compuestas, bipinadas, con uno o dos pares de pinas por hoja de 2 ½ a 4 ½ cm de longitud. Los folíolos son de color verde obscuro, en ambas caras, compuestos y paripinados, en número variable de 20 a 35, insertos entre 1 y 2 mm. De forma elíptica u oblonga y de borde liso, obtusos y sentados, de 4 a 7 mm de ancho, por 0,5 a 1,5 cm de largo.

La defoliación de estos árboles se verifica normalmente en mayo-junio, y brota a fines de septiembre y principios de octubre coincidiendo con la aparición de las flores o luego de ellas.

La inflorescencia se dispone en espigas de color amarillo con leve tono naranja. El raquis alcanza 8 cm de largo, mitad del cual es ocupado por las flores. Florece todos los años, pero la fructificación es irregular, pues está supeditada a factores climáticos regionales no siempre favorables. Las heladas y excesos de lluvias primaverales, que dificultan la polinización, condicionan la irregular periodicidad y abundancia de la fructificación de esta especie que tiene, por cierto, una importante gravitación dentro de la economía ganadera de esa región.

Si la normal floración, por causas ajenas a la biología de la especie, no se cumple en su época, vuelve a echar flores en el decurso de enero, pero lo hace en pequeña escala y sin producir cosechas abundantes.

Los frutos son legumbres generalmente helicoidales, de hasta 15 cm de largo por 1 cm de ancho, amarillos, gruesos, divididos internamente en lóculos con sendas semillas, pequeñas, achatadas y circulares, de 1 a 3 mm de diámetro.

Estas chauchas son muy apetecidas por la hacienda que apacenta en estas regiones, que sufren prolongadas sequías, coincidiendo esos años, por lo ya expuesto, con los de gran producción de legumbres, base, entonces, de su alimentación.

Hace 60 años Pedro N. Arata señaló el valor forrajero del *caldén* cuyas algarrobas son muy apetecidas y engordan mucho, aconsejando su cultivo.

El poder nutritivo de estas vainas es elevado; así lo determina el análisis que aporta Leonardis [1] cuyos por cientos son los siguientes:

Semillas	37,14
Pericarpio y pulpa	62,86
Humedad	12,52
Extracto etéreo (grasa)	2,12
Celulosa	30,50
Azúcares reductores	8,20
Proteínas	13,75
Cenizas	2,30
Almidón e hidratos de carbono	30,61
Cenizas	
Hierro y aluminio (Fe_2O_3; Al_2O_3)	0,92
Calcio (CaO)	0,48
Magnesio (MgO)	0,17
Fósforo (P_2O_5)	0,06

Ante la presencia de estos análisis, semejantes a los de los frutos del *algarrobo* —árbol indígena difundido en gran parte de nuestro país y a quien los españoles bautizaron con ese nombre por el parecido del porte y de sus frutos al algarrobo europeo (Ceratonia Siliqua)— y del cual se infiere su alto poder nutritivo, me inclino a pensar que si el *caldén* hubiera habitado en las tierras de los guaraníes, él también hubiera sido llamado en esa dulce lengua « Ibopé ».

Storni [2], luego de indicar que la tradición está enriquecida con sucesos que se refieren a este árbol, por lo que significaron para la alimentación, para la preparación de bebidas saludables y por vinculaciones profundas con el espíritu y la vida de los aborígenes, da la interpretación de Ibopé, de I: estar; bo: almuerzo; o lo que ofrece para comer y pé: sendero o camino.

En verdad no hay palabras para ponderar la belleza y la precisión del guaraní, que con una breve palabra nos da a entender todo su sentido bromatológico. Ibopé traducido significa, pues, « lo que está en el camino para que el viajero coma ».

Han resultado infructuosas mis búsquedas para hallar en el nombre indígena « Huithrú », con el cual los araucanos distinguían

(1) Leonardis, Rosario F. J. — « Arboles de la Argentina y sus aplicaciones ».
(2) Storni, Julio C. — « Hortus Guarensis ».

al *caldén,* un significado especial que explicara el porqué del apelativo. El hojear diccionarios fué también trabajo vano quizás por ser en su mayoría editados en Chile donde el *caldén* no vegeta naturalmente.

Solamente he hallado en « Toponimia Patagónica de Etimología Araucana » (1935/36) del entonces Mayor Juan Domingo Perón, la traducción literal de « Huithrú »: *cuchara,* que nada aporta al deseo. Tampoco he encontrado ninguna palabra parecida que arrojara alguna luz y que pudo desfigurar el uso o que su interpretación fonética equivocara su traducción literal castellana.

Debo agregar que, en forma vernácula, los araucanos denominaban al algarrobo con el nombre de « Huanca ».

La corteza, de espesor variable entre 2 y 3 cm, es de color castaño grisáceo, muy rugosa, con hendiduras verticales o algo oblicuas, bastante remarcadas.

Esta corteza está vestida en los troncos de líquenes agrisados y de sus ramas penden muchos claveles del aire (1).

Zeballos (2) ya describía las características de esta madera y la comparaba con el cedro y la caoba, sin lustrar, por su estructura y aspecto un tanto brillante.

Sin compartir plenamente esta aseveración, debo manifestar, sin embargo, en mérito a su buena calidad, que junto con el algarrobo podría subvenir exitosamente a todas nuestras necesidades de carpintería fina y ebanistería si se procediera a una adecuada reforestación con estas nobles especies.

Tienen estas dos maderas extraordinario parecido macroscópico, pero en sus características tecnológicas, según Tortorelli (3), se advierten ciertas diferencias en la disposición y constitución de sus elementos cuando se profundiza su microxilología.

En un corte transversal del tronco observamos una marcada diferencia entre la albura (sámago) y el durámen (corazón). La primera es de color amarillo ocre de 1 ½ cm de grueso, no utilizable como material de obra porque es muy propensa al ataque del taladro y polillas, aun labrada, pulida, pintada o lustrada. Los pisos de « parquet » que incluyen una pequeña porción de albura dan pésimos resultados.

(1) Holmberg, E. L. — « La Flora de la República Argentina ».
(2) Zeballos, E. S. — *Obr. cit.*
(3) Tortorelli, L. A. — « Maderas argentinas ».

En cambio el durámen, cuando ha sido bien estacionado, rinde una madera excelente; es de color castaño amarillento, recién cortado, que se torna por oxidación castaño obscuro, adquiriendo, a veces, tonalidades rojizas.

Su peso específico, con estacionamiento adecuado (12 % de humedad más o menos), es de 630 Kg/m^3, mientras que verde, recién cortada, es de 1150 Kg, lo que demuestra ya la porosidad de esta madera; es más bien semi-dura, siendo la dureza media 5,59 y 3,23 unidades Brinell, según se mida en el sentido de las fibras o perpendicular a las mismas; la carga específica a la compresión es de 377 a 379 kg/cm^2 (1).

Resulta de excelente duración a la intemperie y bajo agua; no así en contacto con tierra húmeda, y es resistente al desgaste.

Entrando en la consideración de sus aplicaciones debemos indicar que dos importantes industrias se han radicado en la provincia Eva Perón para el aprovechamiento de esta madera; se trata de la fabricación de tarugos para pavimentación de calzadas y la preparación de listones y mosaicos de « parquet ».

Previo a hacer consideraciones sobre la aptitud del *caldén* para la fabricación de tarugos para pavimentación, es conveniente aclarar algunos conceptos erróneos, basados en informaciones inexactas, y difundidos por personas interesadas en la venta de adoquines de algarrobo con el objeto de desacreditar un producto que les resultaba un serio competidor.

La versión más conocida y grave es la referida al completo fracaso de la pavimentación de algunas calles de la ciudad de Bahía Blanca en la que se empleó tarugos de *caldén*. Sin embargo, peritos del Estado llegaron a la conclusión que las calzadas que se levantaban, en la antedicha ciudad, después de cada lluvia, no eran construídas con *caldén* sino con *algarrobo*, o mejor dicho, de las 62 cuadras pavimentadas en 1910, 2 solamente lo eran con *caldén* y las 60 restantes con algarrobo procedente de Córdoba. El fracaso no era consecuencia de la madera empleada, ya que ella ha demostrado óptimas cualidades en numerosas oportunidades, sino causado por la pésima construcción del contrapiso.

Una prueba de que el *caldén* es una excelente madera para pavimentación se demuestra con el tramo de la calle Sarmiento com-

(1) Leonardis, R. F. J. — *Obr. cit.*

prendido entre Carlos Pellegrini y Suipacha, el cual al llegar al máximo de duración exigido por la Municipalidad se mantenía en perfecto estado, sin pozos, baches o rajaduras.

Por otro lado, experiencias sobre desgastes realizadas en la máquina Amsler demostraron que el *caldén* es más resistente que el *algarrobo* del sur. El desgaste provocado con arena seca fué para el caldén 0,3, 0,1, 0,2 y 0,1 mm y para el algarrobo 0,2, 0,2 0,4 y 0,2 mm.

Aquella industria produce tarugos de tres formatos: los grandes de 14 × 10 × 6 cm; los chicos de 12 × 10 × 6 cm, y las cuñas con un corte oblículo de 45°. Están confeccionados de modo tal que al colocarlos el corte transversal forme la superficie de la calzada; debe estar, además, esta cara libre de nudos. La diferencia entre el espesor y la altura, cuando podrían ser iguales, es una razón de técnica para evitar que puedan confundirse los obreros en su correcta colocación cuando construyen los pavimentos.

Estos tarugos se venden en el comercio por millar, que no son, por cierto, mil adoquines, pues una unidad incluye un tarugo grande y una cuña o bien tres tarugos chicos.

En la producción del « parquet » tiene gran demanda a pesar de su color un poco subido. Los listones que se confeccionan tienen 2,54 cm de espesor, 7,62 cm de ancho y largo variable entre 20 y 90 cm.

Se la emplea también en la fabricación de muebles rústicos y « he visto un juego de escritorio que podría hacer honor a cualquier oficina » (1).

El *caldén* se usa en gran escala para hormas de sombreros y zapatos, camas y masas de ruedas, tallado, leña y carbón vegetal. Como leña, explotación primitiva de estos bosques, tiene un poder calórico superior elevado: 4200 calorías (Latzina) ó 4700 para el absoluto (Melillo) y se comercia en dos tipos: campana (sin corteza ni albura) y media campana (sin albura), pues raramente se vende verde dado su alto índice higroscópico. El carbón rinde cerca de 7.500 calorías.

Se usa también para hacer escaleras, molinetes, poleas, roldanas, umbrales y dinteles (2).

(1) Carmelich, J. N. F., y Koutche, V. — *Obr. cit.*

(2) Devoto, F. E., y Rothkugel, M. — « Aplicaciones de la madera argentina y demás productos forestales*.

Por otra parte la estructura de la madera la hace apta para la fabricación de duelas para cascos, canillas, bitoques y toda clase de envases vinarios.

Segun los ganaderos de la zona, su duración como postes y medios postes es excelente, pues se deben reponer cada 25 años aproximadamente.

No obstante su calidad, la fabricación de puertas, ventanas, marcos y contramarcos, muebles rústicos y revestimientos, no ha alcanzado el nivel que la bondad de la madera merece, quizás porque la industria tiene dificultad para encontrar con frecuencia rollizos que conformen medidas « standard ».

La introducción de industrias locales para el aprovechamiento integral de la madera daría grandes resultados, en lugar de los obrajes unilaterales tan en boga en la provincia Eva Perón, buscando su utilización primero en tablas y luego emplear los trozos pequeños en otras transformaciones, hasta el del aserrín para tanino.

Y pongo en primer término tablas para carpintería fina y ebanistería, porque esta buena madera, con adecuado estacionamiento de 3 a 6 meses, no mueve nada.

Actualmente en el país sólo se obtiene el tanino del quebracho y del urunday desde el punto de vista de su proceso industrial, es decir, dejando de lado las muchas experimentaciones que se vienen realizando, no ya con maderas sino con cortezas y hasta con las hojas de muchos árboles. No hace mucho tiempo he tenido oportunidad de comprobar un extracto tánico de excelentes cualidades, utilizándose para su obtención el aserrín de la madera que estoy tratando.

El señor Roberto Muller Guennard fué el que realizó el mencionado trabajo de laboratorio, empleando aserrín de *caldén* procedente de La Maruja (ex-Ferrocarril Oeste), con el cual obtuvo el resultado siguiente:

Solubles totales	11,60 %
Taninos	7,52 »
No taninos	4,8 »

El extracto logrado corresponde al tanino de la serie pirocatequina, cuya coloración es ligeramente rojo-obscuro.

Otras experiencias realizadas por este mismo señor, por indica-

ción de Franco E. Devoto, fueron aun más satisfactorias, logrando con algunas muestras de aserrín hasta un rendimiento del 15%.

Lo interesante de este aspecto resulta el bajo precio de costo de los desperdicios de la madera del *caldén,* residuos que restan de la elaboración de tarugos o tablas para pisos de « parquet » y que sólo se utilizan en la actualidad como leña. Sin lugar a dudas, sería de positivo interés, tal como nos lo indica el señor Muller, estudiar la industrialización y comercialización de este extracto, que dadas sus altas y valiosas cualidades curtientes tendría mucha aceptación en plaza, logrando precios muy remunerativos.

Las condiciones curtientes de este extracto son óptimas. Las pieles curtidas con el extracto de *caldén* presentan un color ligeramente rosado, pero con una tonalidad algo más subida en el borde, motivándose con ello un aspecto visual sumamente agradable.

Por otro lado, en el curtido de cueros se debe anotar que el practicado con el extracto de *caldén* es mucho más resistente que el que se logra con el de quebracho, aunque la penetración demore algo más, fácilmente explicable por su mayor contenido de sales no tánicas y substancias insolubles.

Ensayos ejecutados sobre cueros de difícil curtiembre, por ejemplo en los de reptiles, carpinchos, potros, etc., demuestran que empleando una mezcla del 30 % de extracto de *caldén* y 70 % de extracto de quebracho, se obtiene el mejor resultado en lo referente a la bondad del curtido.

El *caldén* nacido naturalmente en su habitat es de crecimiento lento, como se puede comprobar en el corte transversal de un tronco valorando la amplitud de los anillos anuales, bien visibles a poco que se pula la superficie, por tratarse de una especie caducifolia.

Son árboles longevos, habiéndose encontrado ejemplares de cerca de doscientos años. Algunos de ellos han servido para realizar estudios sobre lluvias en la región [1].

Cultivado en viveros alcanza 4 metros de altura con 3 cm de diámetro, en el primer quinquenio, es decir 6 mm anuales en espesor, o sea el doble del que logra en sus condiciones naturales de crecimiento.

El peso de los frutos y de las semillas origina que la disemina-

[1] Krebs y Fisher. — « Un pluviómetro secular; MAN 1931 ».

ción de este árbol no pueda invadir con rapidez los lugares próximos, ya que aquellos poco pasan, al madurar y caer, de la proyección de la copa en el suelo.

Los animales resultan apropiados vehículos para la difusión de la especie al ingerir las vainas y devolver las semillas luego de una ventajosa maceración en el aparato digestivo.

La repoblación de esta especie puede hacerse por medio de almácigas y trasplante en el momento oportuno o bien por el método de siembra directa, que es, por cierto, la forma más conveniente. Por ello, daré algunas indicaciones al respecto. La preparación del terreno, si es limpio, puede hacerse pasando una reja cada dos metros y medio y otra cruzada a igual distancia; en la intersección de estas aradas se colocarán varias semillas (3 a 5) y se cubrirán pasando una rastra de ramas.

La siembra y tapada de la semilla puede ser simultánea si en la operación se emplean máquinas sembradoras adaptadas a estos fines. Otra forma es preparando hoyos a distancia conveniente, en los cuales se sembrará la semilla siguiendo el mismo procedimiento que he indicado anteriormente.

Pueden hacerse, también, surcos cada 2 ½ metros con una azada y sembrar a golpes cada metro para ralear en el momento oportuno.

Para obtener semillas aptas conviene usar legumbres recién maduradas para evitar ataques de parásitos, y colocarlas en recipientes con agua fría para ablandar y macerar las vainas, momento en el cual resultará fácil la operación de separar la simiente del fruto.

La semilla así obtenida tiene elevado poder germinativo, que pasa del 90 %.

En la explotación del bosque debe tenerse presente y aprovecharse la propiedad que tiene el *caldén* de emitir brotes de cepa y de raíces gemíferas. La primera particularidad es muy frecuente tanto en plantas nuevas como en las viejas; al tiempo de su corte aparecen en el tocón gran cantidad de brotes que pronto configuran una pequeña pero densa copa.

A fin de no dilatar más de lo conveniente la atención de ustedes, he debido hacer una apretada síntesis de lo mucho que se podría hablar sobre esta valiosa especie endémica del centro de nuestras pampas, pero estimo que el motivo de este acto se habría igual-

mente cumplido, si desde ahora el *caldén* hubiera aumentado el número de sus simpatizantes, quienes, conociendo ya sus bondades, difundirán tales virtudes, en pro de su plantación y correcto aprovechamiento.

Obras consultadas

Alfonso, J. L. — « Forestales indígenas de la Argentina ». 1943.

Ambrosetti, J. V. — « Viaje a la Pampa Central ». 1893.

Burkart, A. — « Las leguminosas argentinas silvestres y cultivadas ». 1943.

Burkart, A. — « El nombre científico del caldén de La Pampa (*Prosopis Caldenia* nov. esp.). *Darwiniana*, tomo 3, nº 2, 1939.

Burkart, A. — « Materiales para una monografía del género *Prosopis* (Leguminosa) ». *Darwiniana*, tomo 4, nº 1. 1940.

Cabrera, A. L. — « Los árboles indígenas de la provincia de Buenos Aires ». *Anuario Rural*, año XIII, nº 13. Dirección de Agricultura e Industrias (M. O. P.) de Buenos Aires. 1945.

Devoto, F. E., y Rothkugel, M. — « Aplicaciones de las maderas argentinas y demás productos forestales M. A. N. P. M. nº 186. 1945.

Devoto, F. E., y Rothkugel, M. — « Indice de la flora leñosa argentina M. A. N. ». 1942.

Holmberg, E. L. — « La flora de la República Argentina ». 2º Censo Nacional. 1898.

Koutche, V., y Carmelich, J. N. F. — « Estudio forestal del caldén ». *Boletín del Ministerio de Agricultura de la Nación*. Tomo XXXVII, nº 1 a 4. 1936.

Krebs, y Fisher. — « Un pluviómetro secular M. A. N. ». 1931.

Kurtz, F. — « Dos viajes botánicos al río Salado Superior ».

Latzina, E. — « Indice de la flora dendrológica argentina ». 1935.

Leonardis, R. F. J. — « Arboles de la Argentina ». 1949.

Lorentz, P. G., y Niederlein, C. — « Informe oficial de la expedición al Río Negro ». 1881.

Mansilla, L. V. — « Una excursión a los indios Ranqueles ». Edición 1945.

Molfino, J. — « Contribución a la flora de la región de Bahía Blanca ». *Physis*. 1921.

Monticelli, J. V. — « Anotaciones fitogeográficas de la Pampa Central ». *Lilloa*. Tomo 3. 1933.

Perón, J. D. — « Toponimia patagónica de etimología Araucana M. A. N. ». 1935-36.

Racedo, E. — « Memoria militar y descriptiva sobre la campaña de la 3° División expedicionaria al territorio de los Ranqueles ». 1880.

Storni, J. S. — « Hortus Guarensis ». 1944.

Tortorelli, L. A. — « Maderas argentinas ». 1940.

Zeballos, E. S. — « Viaje al país de los Araucanos ». 1880. Edición 1934.

« Carta topográfica de La Pampa y de la línea de defensa contra los indios ». Comité Central Argentino para la Exposición de Filadelfia. 1875.

NECROLOGÍA

ING. AGR. JUAN B. MARCHIONATTO

† 1º DE ENERO DE 1955

Con la muerte de nuestro distinguido consocio, el ingeniero agrónomo Juan B. Marchionatto, la Agronomía argentina ha perdido uno de sus hombres más representativos.

Esta breve nota no pretende dar el *curriculum vitae* y menos, aún, la biografía del destacado profesional desaparecido; sólo intenta señalar los principales aspectos de la vida y la obra de Marchionatto.

Marchionatto docente. — Aun mientras cursaba su carrera de ingeniero agrónomo, en la Facultad de Agronomía de la Universidad de la Plata, Marchionatto se inicia (1918) en la docencia universitaria y en dicha casa de estudios, con el cargo de ayudante de Patología Vegetal; pocos años después (1926) ya es designado Profesor titular de Fitopatología, especialidad a la cual dedicó casi toda su vida profesional.

En la Facultad de Agronomía y Veterinaria, de la Universidad Nacional de Buenos Aires, es puesto a cargo de la misma materia, también en 1926.

Marchionatto, como profesor, se destacó por su empeño en dictar cursos que incluyeran los últimos avances en el estudio y la lucha de las enfermedades de las plantas y, asimismo, por el énfasis que puso en sus clases.

Además, Marchionatto fué Consejero Académico en ambas Facultades, por diversos períodos, y en la de Buenos Aires resultó electo Vice Decano (1934-1936).

Marchionatto funcionario y organizador. — En 1923 se inicia como funcionario del Ministerio de Agricultura, donde se lo designa Jefe del Laboratorio de Fitopatología. Es, cabalmente, en el Mi-

nisterio de Agricultura de la Nación donde Marchionatto realiza gran parte de su meritoria obra.

En efecto, como resultado de su espíritu batallador y organizador, que no conocía el desaliento, Marchionatto consigue que el modestísimo Laboratorio de Fitopatología que recibe, al cabo de varios años se transforme en la Dirección de Sanidad Vegetal y en una red de Laboratorios de Fitopatología y de Insectarios regionales.

Además, jerarquizó a la vieja Defensa Agrícola, que pasó a ser la Dirección General de Sanidad Vegetal; en esta última repartición, modernizó e hizo muy eficiente la lucha contra las plagas en general y contra la langosta en particular.

Como resultado de su acción tesonera, el Ministerio de Agricultura y Ganadería incorporó a sus servicios numerosos profesionales jóvenes que se especializaron en los diversos aspectos de la Sanidad Vegetal; disciplina científica de extraordinaria importancia para la economía argentina.

La formación, directa o indirecta, de ese equipo de técnicos especializados, es uno de los aspectos más fructíferos de la labor organizadora de Marchionatto.

Marchionatto investigador. — Aparte de sus tareas docentes y de funcionario organizador, Marchionatto dedicó mucho de su tiempo a la investigación científica. Gracias a esta preocupación, ahora se conoce en la República Argentina la existencia documentada de numerosos hongos parásitos de las plantas.

Asimismo, quedó aclarado, en el país, el ciclo biológico de varios parásitos, causantes de enfermedades de las plantas.

Marchionatto y su labor escrita. — Marchionatto sabía muy bien que gran parte de la labor de un investigador o de un técnico corre el riesgo de desaparecer con la muerte del mismo, si no toma la precaución de publicarla en forma escrita.

Ello explica que Marchionatto publicara, sin pausa, a lo largo de toda su vida profesional, tanto que el número de sus trabajos, notas e informes sobrepasa ampliamente el centenar.

Aparte de ello, cabe destacar un hecho de singular importancia en nuestro país; Marchionatto, particularmente en sus últimos años, publicó varios libros, en los cuales sintetiza, en forma documentada,

todo su amplio saber; entre ellos sobresalen, por su valores intrínsecos, el *Manual de las enfermedades de las plantas*, aparecido en 1944 y el *Tratado de fitopatología*, que vió la luz en 1948.

Marchionatto el hombre. — Además de los méritos ya enunciados, en Marchionatto hay que señalar otros no menores y que corresponden a los aspectos morales, espirituales y éticos.

En Marchionatto parece que se hubiera hecho carne el lema de Don Quijote: mi descanso es el trabajo. Cabalmente, Marchionatto fué un trabajador infatigable, que, asimismo, no conoció el desaliento, ni se arredró ante los obstáculos.

Marchionatto también fué un hombre agradecido y justiciero; en efecto, entre sus diversas publicaciones es del caso señalar aquellas 3 que justiprecian la labor meritísima de 3 pioneros de la Fitopatología argentina, a saber: Spegazzini, Hauman y Fawcett; los 2 primeros, por otra parte, maestros de nuestro ilustre reseñado.

Si tal actitud de Marchionatto es indudablemente loable, lo es mucho más el hecho que, en sus trabajos y síntesis, haya destacado los méritos de la labor de sus adversarios y detractores. Téngase presente que no es raro el caso de autores que omiten referir la labor valiosa de colegas y compañeros y se estimará, entonces, en toda su magnitud, lo edificante que resulta el rasgo mencionado de Marchionatto.

En un día no lejano, sin duda, se escribirá la Historia de la Agronomía Argentina; en esa oportunidad, se comprobará que Marchionatto es uno de sus personajes más conspicuos y su obra, concreta y positiva, ocupará nutridos capítulos.

A. L. De Fina.

INGENIERO WILLIAMS A. REECE

† 22 DE FEBRERO DE 1955

Hondo pesar ha originado en nuestras filas la desaparición de este honorable asociado.

Nacido en Nueva Zelandia y diplomado en ingeniería en E.E. U.U. de Norte América, se especializó en electricidad para ser en esa rama un experto eminente. Vinculado a nuestro país desde hace cuarenta años en actividades propias de su especialidad y

como hombre de empresa, desarrolló aquí una acción intensa y exitosa que le valió amplia consideración y acendrado respeto.

DOCTOR HUGO SALOMON

† 14 DE OCTUBRE DE 1954

Durante más de tres décadas el doctor Salomón actuó en la República Argentina, desempeñándose como médico y naturalista y adquiriendo singular prestigio en ambas disciplinas.

Doctorado en medicina en su patria, Alemania, donde perfeccionó sus estudios en escuelas y clínicas famosas, siguió después sus actividades profesionales y científicas en Austria, para llegar más tarde a nuestro país en plena madurez intelectual. Ya entre nosotros, en la etapa final de su larga y destacada existencia, descolló en el arte de curar, especialmente en el estudio y aplicación de los regímenes dietéticos, mientras en el otro aspecto de sus preocupaciones mentales dilectas elaboraba trabajos de alto mérito relacionados con la protección de la Naturaleza. Voluntariamente ligado a los centros locales afectos a la investigación y al saber, fué socio consecuente de nuestra Sociedad, que le recuerda con veneración.

INGENIERO AGRONOMO F. PEDRO MAROTTA

† 4 DE ABRIL DE 1955

Como estudiante sobresaliente en las aulas de la Facultad de Agronomía y Veterinaria, después como profesor y decano de la misma, como funcionario que en el Ministerio de Agricultura fué escalando posiciones para culminar en el cargo de ministro, como autor de libros y trabajos de su especialidad, siempre el extinto puso en evidencia su brillante inteligencia y su rara capacidad de trabajo. Por eso, y por condiciones personales que sus numerosas amistades valoraron debidamente, el fallecimiento del ingeniero Marotta originó un extendido sentimiento de pena compartido por la Sociedad Científica Argentina que lo contaba entre sus socios eminentes.

BIBLIOGRAFÍA

GALINDO QUIROGA, EUDORO, Ingeniero. *Planificación integral del sistema ferroviario de Bolivia.* Un folleto de 28 páginas, publicación de la Universidad de Cochabamba, Bolivia.

El ingeniero Eudoro Galindo Quiroga, catedrático de la Universidad Mayor de San Simón, presentó el trabajo que reproduce este folleto al VIII Congreso Panamericano de Ferrocarriles celebrado en Wáshington (E.U.A.) en 1953 y allí le fué acordado Diploma de Honor y Gran Premio de la Sección F. Se trata, pues, de un estudio que ha merecido alta distinción en un prestigioso certamen internacional y cuyas conclusiones, por ese solo hecho, revisten singular importancia.

En su documentada exposición, el autor sostiene la necesidad de ampliar la red ferroviaria boliviana con 2347 km de líneas nuevas, como medio fundamental para movilizar las riquezas del país y alcanzar la unidad económica. He aquí el detalle de esas líneas nuevas, parte de ellas ya estudiadas y algunas con principio de ejecución:

Intercomunicación del Sud, por Tarija	550 km
F.C. Vila-Vila-Sucre	275 »
F.C. Sucre-Boyuibe	485 »
F.C. Cochabamba-Santa Cruz, ruta Norte, incluso ramal a Todos Santos	527 »
F.C. La Paz-Rurrenabaque	430 »
F.C. Riberalta-Guayaramerín	80 »
Total	2347 km

Cabe destacar que la extensión propuesta significa un aumento de casi 70 % para la longitud total de las vías férreas de Bolivia y esa cifra, así como el meditado análisis que a ella ha conducido, hacen pensar que, por lo menos para algunos países, no parece verdad la generalizada tesis que afirma el próximo fin de la era de los ferrocarriles.

GIOVANELI, JORGE A., General de División (R). *El contenido espiritual de una doctrina militar.* Un folleto de 15 páginas. Buenos Aires, 1955.

El autor de este trabajo, distinguido y estudioso consocio, pasa revista a las doctrinas militares que mayor resonancia mundial han alcanzado desde los tiempos de Napoleón hasta nuestros días y destaca, como consecuencia del análisis que hace, que de ellas perdura el contenido espiritual, aun cuando no suceda siempre lo mismo con la forma y detalles materiales, expuestos a mutaciones constantes.

FE DE ERRATAS

En el Tomo CLVIII, julio a diciembre de 1954, trabajo del doctor Máximo Valentinuzzi, titulado « Florentino Ameghino como biólogo matemático », se han deslizado los siguientes errores:

Página 5, línea 33. En lugar de « Para delinear la manera en que se puede llegar a una matema », debe decir: « tica, en la elaboración misma se queda corto y no sale del domi- »

Página 5, línea 35. Entre « manera » y « que », poner « en » en lugar de « a »

Página 11, línea 6. En lugar de « (X, 32; 331) » debe decir: « (X, 328; 331) »

Página 18, línea 13. En lugar de «(Babini, 1953)» debe decir: «(Mercante, 1911; Babini, 1953)»

Página 28, línea 9. La segunda fórmula debe escribirse: $+ S \equiv C - S^{-}$

Página 28, ultima línea. En lugar de «(X, 325)» debe escribirse: «(X, 327)».

INDICE GENERAL

MATERIAS CONTENIDAS EN EL TOMO CIENTO QUINCUAGESIMO NOVENO



ANALES

DE LA

SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA

Director: ALBERTO G. URCELAY

TOMO CLX

BUENOS AIRES
Avda. Santa Fe 1145

1955

ANALES

DE LA

SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA

DIRECTOR: ALBERTO G. URCELAY

JULIO-SETIEMBRE 1955 — ENTREGAS I, II y III — TOMO CLX

SUMARIO



BUENOS AIRES
AVDA. SANTA FE 1145

1955

SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA

ADVERTENCIA.— Los colaboradores de los Anales son personalmente responsables de la tesis sustentada en sus escritos. Tienen derecho a la corrección de dos pruebas. Los que deseen tirada aparte de 50 ejemplares de sus artículos, deben solicitarla por escrito. Artº 10 del Reglamento de los "ANALES" (modificado por la J. D. en su sesión de fecha 4 de septiembre 1941). Los escritos originales destinados a la Dirección de los "Anales", serán remitidos a la Gerencia de la Sociedad, avenida Santa Fe 1145, a los efectos de registrar la fecha de entrega para luego enviarlos al señor Director. La Sociedad no tomará en consideración las observaciones de los autores que se refieran a cualquier anormalidad, si no se ha cumplido con el requisito indicado.

Impreso en los Talleres Gráficos "TOMAS PALUMBO" - La Madrid 311-325 - Buenos Aires

¡ Libertad !

Esta mágica palabra, la misma que repite con énfasis nuestro himno nacional, resplandece otra vez en nuestra patria. Al conjuro de ella, la Sociedad Científica Argentina retoma su senda de labor en el año octogésimo cuarto de su existencia, y se prepara con entusiasmo para seguir el derrotero trazado por los claros designios de sus ilustres fundadores.

He aquí el texto del acta de recuperación de nuestra sede social:

PRIMER TESTIMONIO. NÚMERO QUINIENTOS DIEZ. — Acta de posesión. Sociedad Científica Argentina.

En la ciudad de Buenos Aires, Capital de la República Argentina, a los veinte y cuatro días de setiembre de mil novecientos cincuenta y cinco, siendo las diez y ocho horas, el suscripto, escribano Miguel T. Bertomeu, se constituye, a requerimiento del doctor Abel Sánchez Díaz, casado, mayor de edad, vecino de esta ciudad, hábil, de mi conocimiento, doy fe, en el edificio propiedad de la Sociedad Científica Argentina, sito en esta Capital, calle Santa Fe número mil ciento cuarenta y cinco, y en presencia de los testigos que al final firman y de numerosos asociados y miembros de la Junta Directiva de dicha Sociedad, el doctor Sánchez Díaz que manifiesta ser Presidente de la misma, me solicita deje constancia de lo siguiente: Primero: Que la Sociedad Científica Argentina, que cuenta con la debida personería jurídica y ha sido fundada en el año mil ochocientos setenta y dos por el doctor Estanislao S. Zeballos y un grupo de preclaros argentinos funciona normalmente en este edificio de su entera propiedad desde el año mil novecientos treinta y cuatro. Segundo: Que en la primera quincena del mes de abril del año mil novecientos cincuenta y tres debía, de acuerdo a sus estatutos, celebrarse la Asamblea General Ordinaria, a fin de integrar su Junta Directiva, aprobar Memoria y Balance y tratar los demás puntos de la orden del día. Tercero:

Que dicha Asamblea no pudo nunca realizarse, pese a las numerosas gestiones realizadas por el Presidente de la Sociedad y la Junta Directiva, sin que mediara razón legal alguna para ello. No se dió ninguna explicación limitándose la prohibición a meras manifestaciones verbales de la autoridad policial. Cuarto: En tal estado de cosas, la Sociedad siguió funcionando en forma sumamente precaria, pues se le prohibió realizar actos públicos, conferencias y ofrecer el Salón de Actos. En el mes de mayo de mil novecientos cincuenta y tres el exponente, a raíz de una citación verbal hecha por el Contralmirante Alberto Teisaire concurrió a la oficina de Gestión Universitaria del Ministerio de Educación, donde el doctor Spagnuolo, a cargo de esa dependencia, le consultó si la Sociedad Científica Argentina estaría dispuesta a facilitar parte de su edificio y colaboraría en la organización de un Instituto que se llamaría « Instituto Popular de Cultura Social ». Que ante las circunstancias imperantes en esa época, la Sociedad debió acceder a esa solicitud, cambiándose notas al respecto. Quinto: Que sin que el cambio de notas aludido produjera efecto alguno, en el mes de junio del mismo año mil novecientos cincuenta y tres llegaron al edificio social varios obreros pintores quienes manifestaron que tenían orden de pintar el interior del mismo para que fuera ocupado por una entidad denominada « Confederación General de Profesionales ». De tal modo se sucedieron diversos actos de posesión por parte de dicha entidad, ampliamente apoyada por las autoridades contra la cual la Junta Directiva, totalmente inerme, nada pudo hacer. En esa serie de actos violatorios de claros y precisos derechos de la Sociedad, se fué relegando a la Junta Directiva al salón de la Biblioteca del tercer piso, apropiándose la citada Confederacin de la planta baja, donde funcionaba la Junta Directiva, Secretaría y Gerencia y el primer piso donde se encuentra el gran salón de actos Florentino Ameghino. El segundo piso continuó ocupado por dependencias del personal de ordenanzas. Sexto: De tal modo la Sociedad debió limitarse a una vida totalmente precaria, siendo su edificio ocupado por más de veinte personas, entre personal y directores de la citada Confederación. Con gran sacrificio continuó, sin embargo, editando sus Anales y atendiendo su Biblioteca. Séptimo: Reitera el doctor Sánchez Díaz, que ni la citada Confederación ni autoridad nacional alguna, cur-

só nota, pedido o procedimiento alguno que diese aunque fuera relativa legalidad a lo que a todas luces era una usurpación del local. Octavo: Que atento a los hechos de pública notoriedad iniciados el día diez y seis del corriente y tomando especialmente en cuenta las manifestaciones vertidas en el día de ayer por el Excelentísimo Señor Presidente Provisional de la República, General de División Don Eduardo A. Lonardi, en el sentido de que su Gobierno devolverá al país el pleno vigor de sus leyes y la total vigencia del derecho en todos los aspectos de la vida nacional, entiende la Sociedad Científica Argentina, que, para subrayar tales conceptos, sólo cabe que la Sociedad retome el pleno ejercicio de la posesión del edificio que le fué arbitrariamente usurpado, haciéndolo así saber a la entidad usurpadora y al Poder Ejecutivo Nacional. Noveno: En ejecución de lo que antecede, y ampliamente apoyado por una verdadera asamblea de socios presentes a este acto, integrada por los señores Tomás F. Lynch, Américo de Michino, Hugo Albertelli, Antonio María Saralegui, Angel Figini, Ludovico Ivanissevich, Edmundo Parodi, Julio Vela Huergo, Alberto González Domínguez, Venancio Deulofeu, Enrique E. Clausen, Nicolás Besio Moreno, Alberto G. Urcelay, Pedro Mendiondo, Reinaldo Vanossi, Pedro Cattáneo, Edmundo Manera, José S. Gandolfo, Carlos A. Bertomeu, Abel Cornejo, Enrique Chanourdie y Eduardo Braun Menéndez, declara solemnemente que la Sociedad Científica Argentina toma la plena posesión de su edificio social, debiendo notificarse a la nombrada Confederación General de Profesionales que quedan a su disposición los muebles y documentos que puedan ser de su propiedad, previa comprobación de la misma. Se le dará para ello un plazo de quince días y en caso de no proceder a dicho retiro se depositarán dichos efectos en donde corresponda, notificándose a las autoridades pertinentes. Décimo: Que el justo derecho que asiste a la Sociedad Científica Argentina para la ejecución de los actos a que ha hecho referencia, se informa en los principios inmamentes de la justicia, que por obra del patriotismo de todos los argentinos ha vuelto a imperar en la República Argentina y se invoca para dar plena vigencia moral y material a tales hechos la memoria de los ilustres argentinos que fundaron y dirigieron la Sociedad durante ochenta y tres años, teniendo por único norte el bien de la Patria, en su unidad indestructible

y el progreso de las Ciencias. Concluye esta exposición el doctor Sánchez Díaz, solicitándome expida testimonio de la presente para notificarla a la Confederación General de Profesionales en la persona de su Director Secretario doctor Rogelio Caso y a la Inspección General de Justicia. Leída que le fué se ratificó en su contenido y firma en prueba de conformidad junto con los testigos del acto que lo fueron los señores Nicolás Besio Moreno y Enrique G. Clausen, vecinos, mayores de edad, hábiles y de mi conocimiento, doy fe. Abel Sánchez Díaz, E. Clausen, N. Besio Moreno. Hay un sello. Ante mí: Miguel T. Bertomeu.

CONCUERDA con su escritura matriz que pasó ante mí y queda al folio mil doscientos cincuenta y siete del Registro doscientes diez y ocho a mi cargo, doy fe. Para la Sociedad interesada expido este primer testimonio en tres sellos de dos pesos moneda nacional de curso legal cada uno, numerados: del doscientos setenta y un mil quinientos sesenta al presente doscientos setenta y un mil quinientos sesenta y dos que sello y firmo en la ciudad de Buenos Aires a veinte y seis de setiembre de mil novecientos cincuenta y cinco.

UN NUEVO PRINCIPIO QUE PERMITE CALCULAR DIRECTAMENTE LOS POTENCIALES GRAVITATORIOS (g_{ik}) DE EINSTEIN

POR

ENRIQUE LOEDEL P.

---

1. Los dos enunciados originales del principio de equivalencia. — Einstein dió, de su principio de equivalencia, dos enunciados que no son totalmente coincidentes entre sí. El *segundo enunciado* puede expresarse así: El sistema inercial *K* y el sistema K', con movimiento uniformemente acelerado respecto a *K*, son entre sí completamente equivalentes [1]. El *primer enunciado*, en cambio, podría expresarse del modo siguiente: Una pequeña región de un campo gravitatorio *Q*, donde los cuerpos caen con la aceleración *g*, es equivalente a un sistema *K'* que se mueve, respecto a otro sistema inercial *K*, con movimiento uniformemente acelerado y con la aceleración *g* [2].

En el segundo enunciado se relaciona *K* con *K'* y en el primero *K'* con *Q*. En ambos enunciados se emplea la misma palabra: *equivalencia,* pero con diferente sentido. El segundo enunciado es una generalización del principio de relatividad y los sistemas *K* y *K'* son equivalentes para la formulación de las leyes de la naturaleza que, para satisfacer el principio, deben ser expresadas tensorialmente, conservando así su forma cuando se pasa de un sistema de coordenadas a otro. En el primer enunciado, en cambio, la palabra equivalencia se refiere al *comportamiento* observado en la región *Q* del campo y en el sistema *K'*. Según este enunciado la

(1) A. Einstein. — « Die Grundlagen der Allgemeinen Relativitätstheorie ». *An. der Phys.*, 49, 769, 1916.

« The Meaning of Relativity ». Princetown University Press, 1945.

(2) A. Einstein. — « Uber den Einfluss der Schwerkraft auf die Ausbreitung des Lichtes ». *Ann. der Phys.*, 35, 898, 1911.

equivalencia entre Q y K' debe interpretarse así: Todo lo que se observe que pasa en Q será igual a lo que se observe que pasa en K'. Pues bien, si en Q los cuerpos caen con la aceleración g y K' se mueve *respecto* a K con la aceleración constante g, es fácil probar que Q y K' no se comportan de la misma manera. Ese enunciado es sólo válido dentro del marco de la mecánica newtoniana, pero deja de serlo, como veremos, si se admite la relatividad restringida. Observemos que en la memoria de 1911 Einstein aplica al sistema K', en movimiento uniformemente acelerado respecto al sistema inercial K, la mecánica newtoniana « para no complicar las cosas ».

Si K' se mueve *respecto* a K con movimiento uniformemente acelerado, desde K se observará, a medida que aumenta la velocidad de K', que sus relojes marchan cada vez más despacio y que sus reglas de medida se acortan cada vez más y más si se las coloca en la dirección del movimiento. Un cuerpo de masa m_0 suspendido del « techo » de la caja K' por un resorte, producirá en el mismo un estiramiento cada vez mayor y este aumento de « peso » sería verificado desde K y *también por los observadores situados en el interior de la caja*. El « peso » observado en la caja que podemos suponer que se mueve en la dirección del eje x será:

$$\text{« Peso »} = F'_{x'} = F_x = \frac{d}{dt}\left(\frac{m_0 v}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}\right) = \frac{m_0}{\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{3/2}} \cdot \frac{dv}{dt},$$

y si $\frac{dv}{dt} = g =$ constante, el peso resulta variable.

La aceleración de caída de los cuerpos observada en el interior de la caja sería también variable e iría aumentando con el tiempo, hasta hacerse infinita, cuando la caja alcanzara la velocidad de la luz. Todo esto es perfectamente conocido por lo cual si se quiere que los observadores del interior de la caja observen que el peso y la aceleración de caída permanecen constantes debe suponerse que la misma se mueve, respecto a K, *no con movimiento uniformemente acelerado*, sino con un movimiento tal que

$$\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{-3/2} \cdot \frac{dv}{dt} = \text{constante.}$$

Este es el movimiento llamado por BORN hiperbólico [1]. En él lo que es constante es la aceleración propia, pero no la aceleración respecto a K. Una caja que se mueva en estas condiciones, se comporta, para los observadores situados en su interior, exactamente igual que determinada región de un campo gravitatorio, pero su *comportamiento exterior* es variable. Si desde K se observa lo que pasa en el campo y lo que pasa en la caja, el comportamiento es diverso. En esta última sus relojes tienden a detenerse a medida que su velocidad se aproxima a la de la luz y por esto se observaría desde K un corrimiento hacia el rojo de las líneas espectrales cada vez más pronunciado.

De modo pues que, ya sea dándole a la caja K' un movimiento uniformemente acelerado respecto a K, o un movimiento hiperbólico, no es posible lograr que K' se comporte *permanentemente* —durante un tiempo finito— igual que la región Q. Cuando se habla de una región de un campo gravitatorio y se quiere reproducir lo que pasa en el mismo por el movimiento de un sistema K', respecto a un sistema inercial K, se reconoce de inmediato que tal reproducción sólo será factible si se limita la región Q del campo a dimensiones infinitamente pequeñas, considerando, por ejemplo, un pequeño paralelepípedo de dimensiones dx, dy, dz, pues la aceleración de caída varía en dirección y magnitud de punto a punto. Si ahora consideramos la caja K' que se mueve respecto a K de cierto modo (p. ej. con movimiento uniformemente acelerado) debemos preguntarnos también en que instante se comportará de un modo exactamente igual que la región considerada Q. El comportamiento idéntico entre la región dx, dy, dz, del campo y la caja en movimiento se verificará sólo en un intervalo infinitamente pequeño dt.

Cuando se trata del principio de equivalencia —en su primer enunciado— se piensa, generalmente, que una pequeña región de un campo gravitatorio queda completamente definida si se conoce la aceleración de caída en la misma. Pero esto no es cierto ni siquiera en el marco de la mecánica newtoniana. Consideremos, por ejemplo, un punto de la superficie de la Tierra donde la aceleración es g y otros dos puntos del campo gravitatorio solar,

[1] Cf. MAX VON LAUE. — « Das Relativitätsprincip ». Tomo I, pág. 72.

uno exterior y otro interior, donde la aceleración sea también g. Para estas tres regiones la aceleración —el gradiente del potencial— es la misma, pero el potencial es diferente. En la superficie de la Tierra la velocidad parabólica o de escape, cuyo cuadrado da una medida del potencial newtoniano, es de 11,17 km/seg y en los puntos considerados del campo solar sería de 270 y 763,6 km/seg (1). ¿Se comportan estas tres regiones en forma idéntica? Tenemos sobrados motivos para pensar que no es así, por lo cual podemos concluir que no es suficiente suponer que una caja K' se mueva con la aceleración del lugar para que se comporte como dicho lugar, pues si así fuera, esas tres regiones consideradas serían «equivalentes» a la caja K' y por lo tanto «equivalentes» entre sí.

Se desprende de todo esto que puede no ser del todo correcto el primer enunciado (*y no lo es*) y ser correcto el segundo (*¡y claro que lo es!*) pues siempre, cualquiera que sea el movimiento de K' respecto a K, los observadores de K' podrán suponerse en reposo en un *campo gravitatorio variable.*

2. Principio de la velocidad parabólica. — Pensemos en una pequeña región Q, concreta, de un campo gravitatorio estático y supongamos que podemos observar lo que pasa en Q desde otra región K, muy alejada de Q, donde el campo sea prácticamente nulo. K es entonces una región galileana donde vale la relatividad restringida y Q está en reposo respecto a K. En la región K hacemos mover la caja K' y nos preguntamos: *¿Qué aceleración y qué velocidad* debe tener K' respecto a K para que su comportamiento sea igual al de la región Q? Para contestar a esta cuestión comenzaremos por suponer que el campo generado por la masa M (fig. 1) tiene simetría esférica. Supondremos además, indicando con r la distancia al centro de la masa M, que para todo $r \geqq R$ el campo se hace despreciable o sea menor que cierto valor ε fijado de antemano. La superficie esférica de radio R limita el campo de la región galileana K. Desde K puede observarse lo que pasa en la región Q y en la caja K', *que hacemos mover en la región galileana.* Queremos encontrar el movimiento que debe tener K', respecto a K, para que su comportamiento, *en un instante dado,* sea

(1) Este último valor se calculó suponiendo constante la densidad del sol.

igual al de Q. Si tal cosa es posible, las reglas de medida y los relojes transportados por K' se comportarán, observados desde K, y en un intervalo infinitamente pequeño dt, de modo exactamente igual que las reglas y los relojes de la región Q. En ese instante el peso de una misma masa m_0 será igual en Q y en K'.

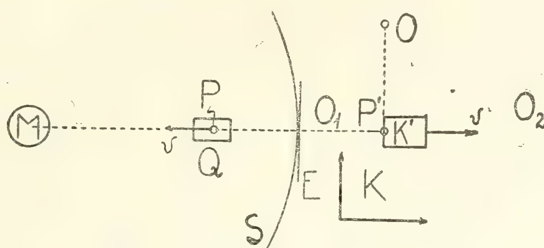


Fig. 1.

Supondremos ahora que desde la superficie esférica de radio R lanzamos radialmente hacia la masa M pequeñas partículas P dotadas de diferentes velocidades iniciales V_i y hacemos que nuestra caja K' se mueva en cada caso exactamente igual que las partículas que van cayendo hacia M. Puede pensarse que un determinado punto de la caja K' coincide en todo momento con la imagen P' que un espejo plano E, colocado en S, perpendicularmente al radio de caída, daría de la partícula que va cayendo. La partícula P va pasando entonces por diferentes regiones del campo con una velocidad variable cuyo valor depende de la velocidad inicial V_i con que partió de la superficie S. Se trata ahora de hallar la velocidad V_i *adecuada* para que la caja K' se comporte igual que las regiones Q por donde va pasando la partícula que cae libremente. Como los relojes y las reglas de medida situados en el campo, pero *en la inmediata vecindad de la superficie S*, deben comportarse igual a los relojes y las reglas fijas al sistema K, será necesario que la velocidad inicial V_i difiera infinitamente poco de cero. Si esa velocidad V_i fuera diferente de cero ya desde el comienzo del movimiento las reglas y los relojes de K' se comportarían, observados desde K, en forma diferente a las reglas y a los relojes situados en los lugares correspondientes del campo. Concluímos de aquí, que en el límite, en el infinito, esa velocidad inicial V_i debe ser nula. La caja K' debe moverse entonces con la velocidad parabólica de los puntos (en plural) de la región que se considere.

Si existe, pues, una *equivalencia* en el sentido del primer enunciado de Einstein entre una pequeña región Q de un campo gravitatorio y un sistema K' con movimiento variable respecto a un sistema inercial K, dicha equivalencia (comportamiento idéntico) se logra cuando K' se mueva con la aceleración de la región y en el instante en que alcance a tener una velocidad igual a la velocidad parabólica de la misma. Si pensamos en el ejemplo del párrafo anterior y hacemos que K' se mueva con la aceleración g, se comportará igual que los puntos de la superficie de la Tierra cuando su velocidad sea igual a 11,17 km/seg, en tanto que cuando llegue a tener respecto a K una velocidad de 270 km/seg ó 760,6 km/seg se comportará como las regiones consideradas del campo solar. Pero esto que precede no es estrictamente correcto. Lo sería si la aceleración de caída no dependiera de la velocidad como ocurre en la mecánica newtoniana. Pero en una mecánica donde la velocidad no puede sobrepasar cierto valor, debemos admitir, *a priori*, que la aceleración de caída deberá ser función de la velocidad. Por esta razón no puede hablarse así, simplemente, de la aceleracin de caída en tal región sin especificar la velocidad. La aceleración para el reposo es una, para la velocidad parabólica es otra y para otra velocidad inicial distinta tendremos también otra aceleración diferente.

Hemos demostrado que para que K' se comporte igual a Q *es necesario* que K' se mueva con la velocidad parabólica de los puntos de la región Q (y por lo tanto con la aceleración de caída correspondiente a una velocidad igual a la parabólica), pero no hemos demostrado que tal condición sea *suficiente*. Y no lo hemos demostrado por la sencilla razón que tal demostración es imposible, pues la gravitación no está comprendida en la relatividad restringida. Por este motivo el siguiente enunciado tiene el carácter de un postulado físico, o de un principio, sobre el cual sólo la experiencia podrá decidir:

El comportamiento de una pequeña región Q de un campo gravitatorio estático, en reposo respecto a un sistema inercial K, es exactamente igual al de un sistema K' que se mueva respecto a K con la velocidad parabólica de los puntos de la región considerada y en la dirección del gradiente del potencial.

En todo lo que precede hablamos de potencial y su gradiente

en sentido newtoniano. Ya veremos a su debido tiempo cómo se expresan los 10 potenciales gravitatorios de Einstein en función del potencial newtoniano y sus derivadas y veremos también que los g_{ik} calculados por el principio que acabamos de establecer satisfacen las ecuaciones del campo: $R_{ik} = 0$.

Adelantemos desde ya que tal cosa es posible porque la velocidad parabólica «*medida en el campo*» *tiene en cada región un valor que no depende de la dirección,* lo que también se demostrará más adelante.

3. Significado del principio. — Cuando decimos que una región Q se comporta en idéntica forma que el sistema K', que tiene un movimiento variable respecto a K, es obvio que subsiste aún una diferencia: K' se mueve respecto a K y Q está en reposo respecto a K. También es obvio que sólo con ciertas precauciones podrán aplicarse las fórmulas de Lorentz para pasar de K' a K, pues el movimiento de K' no es uniforme, y en *ningún caso* (composición de velocidades, por ejemplo) tendría sentido aplicar dichas fórmulas para pasar de K a Q.

Pero en el instante en que K' alcanza la velocidad v, una regla en reposo en el sistema K', cuya longitud propia es dr' (medida por los observadores de K'), aparece, si está colocada en la dirección de la velocidad relativa, con una longitud dr medida desde K, tal que:

$$dr = dr' \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \qquad [1]$$

Del mismo modo, si un reloj en reposo en K' indica un intervalo de tiempo dt', a ese intervalo corresponde un tiempo dt de los relojes situados en K, tal que:

$$dt = \frac{dt'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \qquad [2]$$

Nuestro principio afirma que las relaciones [1] y [2] son aplicables a una región de un campo gravitatorio siempre que v sea la velocidad parabólica de la región y si la regla se coloca en la dirección con que desde K se observa que caen los cuerpos en Q

cuando su velocidad inicial es nula. Si la regla del sistema K' se coloca perpendicularmente a la velocidad relativa, su longitud dy' o dz' será igual a la longitud dy o dz, medida desde K:

$$dy = dy' \ , \ dz = dz', \qquad [3]$$

y estas relaciones valdrán también para Q cuando la regla de medida se coloca en el campo en dirección perpendicular al gradiente del potencial.

Cuando la [1] y la [2] se aplican a una región Q de un campo, la v que figura en ellas no es una velocidad de traslación, sino una velocidad característica de la región cuyo valor en el infinito debe ser cero. Nada más natural entonces que identificarla con la velocidad parabólica de los puntos del campo. La [1] con la [3] determinan la naturaleza no euclídea del espacio propiamente dicho, determinando la [2] la « curvatura del tiempo ». Veamos el significado de esta afirmación. Consideremos un campo generado por una única masa M, concentrada en un punto, y admitamos que la velocidad parabólica sea la newtoniana:

$$v^2 = \frac{2\,GM}{r} \qquad [4]$$

Con esto la [1] se convierte en:

$$dr = dr' \sqrt{1 - \frac{r_0}{r}}\ , \qquad [5]$$

siendo:

$$r_0 = \frac{2\,GM}{c^2}. \qquad [6]$$

Poniendo

$$\sqrt{1 - \frac{r_0}{r}} = \cos\alpha \qquad [7]$$

se ve que el elemento dr es la proyección sobre el plano euclídeo de dr' (fig. 2). El « plano » no euclídeo será una superficie de revolución alrededor del eje z, tal que:

$$\frac{dz}{dr} = \operatorname{tg}\alpha = \frac{\sqrt{r_0/r}}{\sqrt{1 - r_0/r}}\ ,$$

de la cual se obtiene:

$$z^2 = 4\, r_0\, (r - r_0). \qquad [8]$$

Este paraboloide de revolución es justamente el que se obtiene de la solución de Schwarzschild ([1]) y se ve de este modo claramente que *la singularidad de aquella solución corresponde al valor* $r = r_0$ *para el cual la velocidad parabólica se hace igual a la de la luz.*

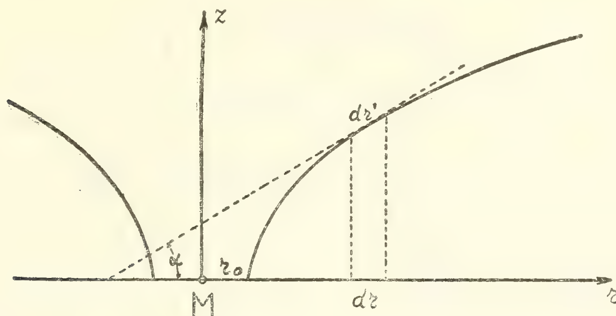


Fig. 2.

El ángulo α definido en [7] es tal que:

$$\operatorname{sen} \alpha = \frac{v}{c}. \qquad [9]$$

Aquí v es la velocidad parabólica de la región y si se consideran dos sistemas inerciales S y S' cuya velocidad sea v, el ángulo α, dado por [9] *es el ángulo de aberración principal de los dos sistemas,* o sea, es el ángulo de aberración medido en un sistema, cuando en el otro la luz se propaga perpendicularmente a la velocidad relativa.

En la fig. 2 la « contracción » de las reglas de medida aparece como una proyección de una superficie no euclídea sobre el plano euclídeo y se advierte la profunda analogía que existe entre esa contracción y la « contracción de Lorentz » si se representan las ecuaciones de Lorentz del modo siguiente ([1]) : Hagamos que el eje

([1]) Véase, p. ej.: M. von Laue. — « Die Relativitätstheorie ». Vieweg & Sohn, 1923, tomo II, pág. 216.

([2]) Loedel Palumbo, E. — « Aberración y Relatividad ». *Anales de la Sociedad Científica Argentina.* Tomo CXLV, pág. 3, 1948.

x forme con el eje $u = ct$, un ángulo igual a $\frac{\pi}{2} + \alpha$, donde α está dado por [9] y los ejes x' y $u' = ct'$ los trazamos perpendicularmente a u y a x, respectivamente, como muestra la fig. 3. Las fórmulas que permiten pasar de un sistema al otro son:

$$x = x' \cos \alpha + u \operatorname{sen} \alpha$$
$$u = u' \cos \alpha + x \operatorname{sen} \alpha$$

o sea:

$$x' = \frac{x - u \operatorname{sen} \alpha}{\cos \alpha} \qquad [10]$$

$$u' = \frac{u - x \operatorname{sen} \alpha}{\cos \alpha} \qquad [10']$$

y éstas son, justamente, las ecuaciones de Lorentz.

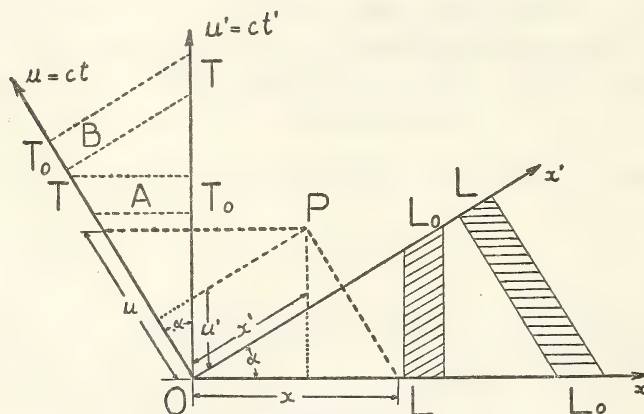


Fig. 3.

En la representación de Minkowski los ejes x y u del sistema S forman un ángulo recto y para los otros sistemas varía el ángulo de los ejes y la unidad de medida. Aquí tenemos, en cambio, para ambos sistemas *la misma unidad* y se ve de inmediato que una regla en reposo, en cualquiera de los dos sistemas, tiene, medida desde el otro, una longitud L, tal que:

$$L = L_0 \cos \alpha$$

pues al determinar una longitud debemos hacer que los extremos del segmento a medir coincidan *simultáneamente* con los extremos

de la regla de medida, por lo cual desde cada sistema se corta la faja especio-tiempo que representa al segmento y por una línea $t =$ constante. En la figura la faja rayada con líneas paralelas a x' representa una regla en reposo en S' y la rayada con líneas paralelas a x corresponde a otra en reposo en S. Se ve también que al tiempo T_0 de un sistema le corresponde un tiempo T del otro, dado por

$$T = \frac{T_0}{\cos \alpha}.$$

En la figura el T_0 de la parte A es el tiempo medido por un reloj en reposo en S' y el T_0 de la parte B el tiempo que marca un reloj en reposo en S.

En la relatividad restringida la [1] y la [2] aparecen como consecuencia de las [10] y la contracción de las longitudes o la dilatación del tiempo dependen de la velocidad relativa de los dos sistemas. En el campo, en cambio, el comportamiento de las reglas de medida y de los relojes colocados en el mismo está dado por su estructura intrínseca y dependen también de una velocidad característica de la región, que por tener que anularse en el infinito, identificamos a la velocidad parabólica.

Observemos también que la [2] con el valor de v dado en [4] da el corrimiento hacia el rojo de las líneas espectrales previsto por la teoría de Einstein y que dicho corrimiento es igual al que corresponde al efecto Doppler transversal si la velocidad es igual a la parabólica. En otros términos: los observadores situados en K comparan lo que pasa en Q y lo que pasa en K'. La caja K', fig. 1, se aleja de algunos observadores de K (0_1, por ej.) y se acerca a otros (0_2, por ej.), en tanto que la región Q no se acerca ni se aleja de ninguno de los observadores de K. Cuando K' alcance la velocidad parabólica de la región Q, un observador tal como 0 que reciba la luz de K' perpendicularmente a la velocidad relativa, percibirá que dicha luz (si proviene de átomos de la misma naturaleza) tiene exactamente la misma longitud de onda que la luz proveniente de Q.

4. La fórmula de Schwarzschild. — Si con reglas y relojes fijos en el campo se mide el elemento lineal ds que separa dos acon-

tecimientos infinitamente vecinos se obtiene:

$$ds^2 = c^2\,dt'^2 - dx'^2 - dy'^2 - dz'^2. \qquad [11]$$

Poniendo

$$\gamma = 1 - \frac{v^2}{c^2}, \qquad [12]$$

y suponiendo que el campo está generado por una única masa M o que tiene simetría esférica y que x' coincide con r, basta aplicar las [1] [2] y [3] y pasar a coordenadas polares, para obtener:

$$ds^2 = c^2\,\gamma\,dt^2 - \frac{1}{\gamma}\,dr^2 - r^2\,d\varphi^2 - r^2\,\text{sen}^2\,\varphi\,d\theta^2. \qquad [13]$$

Esta es la fórmula de Schwarzschild si se sustituye la v de [12] por su valor dado en [4].

Para pasar de [11] a [13] aplicamos la [1], la [2] y la [3], pero de ningún modo las [10], pues eso, como ya lo hicimos notar, no tendría sentido, puesto que Q está en reposo respecto a K. Tampoco pueden aplicarse las fórmulas de Lorentz para calcular el ds^2 pasando del sistema inercial K al sistema acelerado, no inercial K'. En el sistema K', acelerado respecto a K, existe un campo gravitatorio y los coeficientes del ds^2 no pueden ser constantes.

5. La velocidad parabólica medida en el campo y la medida desde el infinito (desde K). — Si se divide [1] por [2] se obtiene:

$$\frac{dr}{dt} = \gamma\,\frac{dr'}{dt'} = \frac{dr'}{dt'}\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right). \qquad [14]$$

El primer miembro de esta expresión indica la velocidad radial de un cuerpo medida con reglas y relojes situados fuera del campo o sea desde el sistema K, en tanto que $\frac{dr'}{dt'}$ representa la misma velocidad, pero medida con reglas y relojes situados en la inmediata vecindad del lugar donde se efectúa la caída.

Si se halla la geodésica de la [13] y se calcula la velocidad en sentido radial, se obtiene:

$$\left(\frac{dr}{dt}\right)^2 = c^2\,\gamma^2 - \frac{\gamma^3}{A^2}, \qquad [15]$$

donde A es una constante de integración. Para la velocidad parabólica debe ser $\frac{dr}{dt} = 0$ en el infinito, donde $\gamma = 1$, por lo cual $\frac{1}{A^2} = c^2$, de donde, llamando W a la velocidad parabólica medida desde el infinito se obtiene:

$$W^2 = c^2 \gamma^2 (1 - \gamma) = v^2 \gamma^2$$

o sea

$$W = v\gamma. \tag{16}$$

Comparando [14] con [16], se ve que la velocidad parabólica que debe intervenir en [1] y en [2] es la *velocidad parabólica natural* o sea la medida directamente por observadores situados en el campo.

Se ve además que la *velocidad parabólica newtoniana es igual a la velocidad parabólica einsteiniana medida en el campo.* Esto que demostramos aquí para un campo con simetría esférica vale, como veremos más adelante, para cualquier caso.

En la fig. 4 se da la representación de W y v en función de r. Comparando esta figura con la 2 se comprende de inmediato por que, para $r = r_0$, en que $v = c$, debe ser $W = \frac{dr}{dt} = 0$.

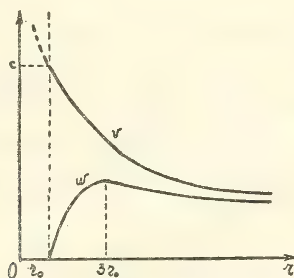


Fig. 4.

6. Peso en el campo y «peso» en K'. — En la teoría de Einstein los cuerpos caen porque las líneas del tiempo no son geodésicas y el peso P de un cuerpo de masa m_0 medido en el campo debe ser:

$$P = m_0 \frac{d^2 r'}{dt'^2}. \tag{17}$$

De la [14] obtenemos:

$$\frac{d^2 r}{dt^2} = \gamma \frac{d^2 r'}{dt'^2} \frac{dt'}{dt} + \frac{dr'}{dt'} \frac{d\gamma}{dr} \frac{dr}{dt}, \qquad [18]$$

y para el reposo $\left(\frac{dr'}{dt'} = 0\right)$ teniendo en cuenta [2] resulta:

$$\frac{d^2 r'}{dt'^2} = \gamma^{-\frac{3}{2}} \frac{d^2 r}{dt^2}. \qquad [19]$$

Por otra parte, de la [15] para $\frac{dr}{dt} = 0$, se obtiene:

$$\frac{d^2 r}{dt^2} = -\frac{1}{2} c^2 \gamma \frac{d\gamma}{dr},$$

por lo cual teniendo en cuenta el valor de γ resulta:

$$P = -\frac{m_0}{\sqrt{\gamma}} \frac{GM}{r^2}. \qquad [20]$$

Por otra parte, en el párrafo 1, vimos que el « peso » en el sistema K' es:

$$\text{« Peso »} = \text{« P »} = \frac{m_0}{\gamma^{3/2}} \frac{dv}{dt} \qquad [21]$$

donde v debe estar dada por la [4] por lo cual:

$$v \frac{dv}{dt} = -\frac{GM}{r^2} \frac{dr}{dt} = -\frac{GM}{r^2} \frac{dr'}{dt'} \gamma, \qquad [22]$$

y como es $v = \frac{dr'}{dt'}$, resulta:

$$\text{« P »} = -\frac{m_0}{\sqrt{\gamma}} \frac{GM}{r^2}. \qquad [23]$$

La identidad de [20] y [23] confirma el comportamiento idéntico entre el campo y el sistema K' cuando éste se mueve con la velocidad parabólica natural.

7. Movimiento real del sistema K'. — En el párrafo 2 hacíamos mover a la caja K' de tal modo que un punto de ella coincidiera

en todo momento con la imagen que un espejo plano daría de la partícula que va cayendo. En realidad las cosas no son tan simples, pues de un lado de la superficie S el espacio es no euclídeo y la caja K' debe moverse con la velocidad parabólica natural (la medida en el campo), por lo cual debe ser:

$$\frac{dx}{dt} = -\frac{dr'}{dt'} = -\frac{1}{\gamma}\frac{dr}{dt}$$

de donde

$$dx = -\frac{dr}{1 - \frac{r_0}{r}}. \qquad [24]$$

Integrando la [24] y dándole a la constante de integración un valor tal que haga que para $r = R$, $x = 0$, se tiene:

$$x = (R - r) + r_0 \log \frac{R - r_0}{r - r_0}. \qquad [25]$$

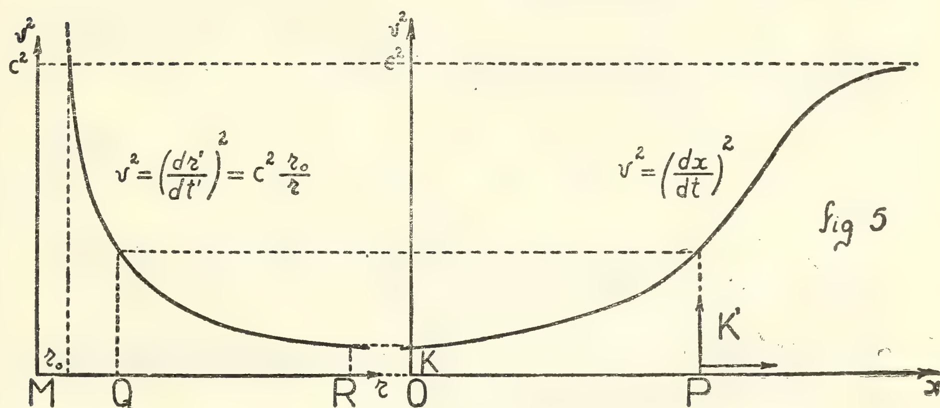


Fig. 5.

La figura 5 indica la correspondencia entre los puntos del campo y las posiciones de K'. En ella se ha representado el cuadrado de la velocidad parabólica natural en función de r para los puntos del campo y en función de x para el movimiento de K' con respecto a K, teniendo en cuenta la [25]. De este modo cuando K' pasa por P se comportará exactamente igual que el punto Q del campo.

8. Aceleración en función de la velocidad. — De la [15] es fácil deducir la aceleración de un cuerpo que cae radialmente en función de la velocidad $V = \frac{dr}{dt}$. Se obtiene:

$$\frac{d^2 r}{dt^2} = -\gamma \frac{GM}{r^2} \left(1 - \frac{3\, V^2}{\gamma^2 c^2}\right) \qquad [26]$$

En esta fórmula, obtenida del cálculo de la geodésica de la expresión de Schwarzschild, la aceleración y la velocidad que figuran en ella se refieren a los valores medidos desde K. Teniendo en cuenta la [18] puede calcularse la aceleracin medida en el campo en función de la velocidad V', también medida en el campo. Efectuando el cálculo, se obtiene:

$$\frac{d^2 r'}{dt'^2} = -\frac{1}{\sqrt{\gamma}} \frac{GM}{r^2} \left(1 - \frac{V'^2}{c^2}\right). \qquad [27]$$

Calculemos ahora la aceleración en función de la velocidad en el sistema K'. Sea un punto que se mueve sobre el eje de las x con la velocidad constante V_0 respecto al sistema K. El sistema K' se mueve en la misma dirección con la velocidad v. La velocidad V' del punto respecto a K' será:

$$V' = \frac{V_0 - v}{1 - \frac{v}{c^2} V_0}. \qquad [28]$$

Como v no es constante, $\frac{dV'}{dt'}$ será la aceleración de ese punto observada desde el sistema K'. Si $\frac{dv}{dt} > 0$ la aceleración de caída en la caja será negativa, por lo cual:

$$\frac{dV'}{dt'} = -\frac{dv}{dt'} \cdot \frac{dV'}{dv} = \left[\frac{1 - \frac{V_0^2}{c^2}}{\left(1 - \frac{v\, V_0}{c^2}\right)^2}\right] \cdot \frac{dv}{dt'}.$$

Poniendo ahora V_0 en función de V', si se tiene en cuenta la [12] y la [4] resulta:

$$\frac{dV'}{dt'} = -\frac{1}{\sqrt{\gamma}} \frac{GM}{r^2} \left(1 - \frac{V'^2}{c^2}\right) \qquad [29]$$

que coincide con [27], lo que confirma el comportamiento idéntico del campo y del sistema K' cuando éste se mueve con la velocidad parabólica natural de los puntos de aquél.

9. Caso general. — Sea un campo estático cualquiera. En una región del mismo, los observadores situados en el campo, miden, con reglas y relojes situados allí, el elemento lineal que separa dos acontecimientos infinitamente próximos y obtienen:

$$ds^2 = dt'^2 - dx'^2 - dy'^2 - dz'^2, \qquad [30]$$

haciendo c, la velocidad de la luz, igual a 1. Tomemos un sistema de coordenadas local t, X, Y, Z, tal que el eje X coincida con x' y con la dirección del gradiente del potencial en esa región. En otros términos: el eje X coincide con la dirección de caída en la región para una velocidad inicial nula. Las coordenadas t, X, Y, Z, se refieren a medidas efectuadas desde el sistema K, con reglas y relojes situados fuera del campo o sea, para decirlo brevemente, en el infinito. Siendo los ejes Y, Z, perpendiculares entre sí y perpendiculares a X se tendrá:

$$dt'^2 = \gamma dt^2 \; ; \; dx'^2 = \frac{1}{\gamma} dX^2 \; ; \; dy' = dY \; ; \; dz' = dZ \; ; \qquad [31]$$

donde

$$\gamma = 1 - v^2 = 1 + 2\Phi, \qquad [32]$$

siendo Φ el potencial newtoniano.

$$ds^2 = \gamma dt^2 - d\sigma^2, \qquad [33]$$

Se tiene entonces:

$$d\sigma^2 = \frac{1}{\gamma} dX^2 + dY^2 + dZ^2. \qquad [34]$$

Introduzcamos ahora los ejes x, y, z, vinculados a los anteriores del modo siguiente:

	x	y	z
X	α_1	β_1	γ_1
Y	α_2	β_2	γ_2
Z	α_3	β_3	γ_3

De este modo α_1 β_1 y γ_1 son los cosenos directores de los ángulos que forma el eje X con x, y, z. Como el eje X coincide con la dirección del gradiente del potencial se tendrá:

$$\alpha_1^2 = \frac{\Phi_x'^2}{a^2} \; ; \; \beta_1^2 = \frac{\Phi_y'^2}{a^2} \; ; \; \gamma_1^2 = \frac{\Phi_z'^2}{a^2} \; ; \qquad [35]$$

siendo

$$a^2 = \Phi_x'^2 + \Phi_y'^2 + \Phi_z'^2. \qquad [36]$$

Se tiene:

$$dX = \alpha_1 \, dx + \beta_1 \, dy + \gamma_1 \, dz$$
$$dY = \alpha_2 \, dx + \beta_2 \, dy + \gamma_2 \, dz$$
$$dZ = \alpha_3 \, dx + \beta_3 \, dy + \gamma_3 \, dz$$

Elevando al cuadrado estas tres expresiones, multiplicando el cuadrado de la primera por $\frac{1}{\gamma}$ y sumando se obtiene:

$$d\sigma^2 = a_{ik} \, dx_i \, dx_k$$

siendo (pues las coordenadas son ortogonales):

$$a_{11} = \frac{1}{\gamma} \alpha_1^2 + 1 - \alpha_1^2 = 1 - \frac{2\Phi}{\gamma} \alpha_1^2$$

$$a_{12} = a_{21} = \frac{1}{\gamma} \alpha_1 \beta_1 - \alpha_1 \beta_1 = - \frac{2\Phi}{\gamma} \alpha_1 \beta_1$$

y análogamente los restantes.

De este modo si escribimos

$$ds^2 = g_{ik} \, dx_i \, dx_k \qquad [37]$$

haciendo

$$x_0 = t \; ; \; x_1 = x \; ; \; x_2 = y \; ; \; x_3 = z; \qquad [38]$$

resulta:

$$g_{00} = \gamma = 1 + 2\Phi \; ; \; g_{0i} = 0$$
$$g_{ik} = - \delta_{ik} + \frac{2\Phi}{\gamma} \frac{\Phi'_{xi} \Phi'_{xk}}{a^2} \qquad [39]$$

donde i, k varían de 1 a 3 y $\delta_{ik} = 0$, si $i \neq k$ y $\delta_{ik} = 1$, si $i = k$.

10. La fórmula de Schwarzschild en coordenadas cartesianas. — Si las [39] representan una solución general debe obtenerse de ellas como caso particular la fórmula de Schwarzschild.

Poniendo:

$$\Phi = -\frac{\alpha}{2r} \tag{40}$$

con

$$r = \sqrt{(x-\xi)^2 + (y-\eta)^2 + (z-\zeta)^2} \tag{41}$$

donde $\xi\,\eta\,\zeta$ son las coordenadas de la masa puntual que genera el campo o las coordenadas del centro de una masa esférica homogénea, y calculando los g_{ik} por la [39] resulta (haciendo $\xi = \eta = \zeta = 0$ para no complicar inútilmente la fórmula):

$$ds^2 = \gamma\, dt^2 - \left(1 + \frac{\alpha}{\gamma r}\frac{x^2}{r^2}\right) dx^2 - \left(1 + \frac{\alpha}{\gamma r}\frac{y^2}{r^2}\right) dy^2$$
$$- \left(1 + \frac{\alpha}{\gamma r}\frac{z^2}{r^2}\right) dz^2 - \frac{2\alpha}{\gamma r}\frac{xy}{r^2}\, dx\, dy$$
$$- \frac{2\alpha}{\gamma r}\frac{xz}{r^2}\, dx\, dz - \frac{2\alpha}{\gamma r}\frac{yz}{r^2}\, dy\, dz \tag{42}$$

donde

$$\gamma = 1 - \frac{\alpha}{r}. \tag{43}$$

La [42] con la [43] es efectivamente la fórmula de Schwarzschild escrita en coordenadas cartesianas, lo que se puede verificar directamente pasando a coordenadas polares o calculando directamente los g_{ik} en el nuevo sistema de coordenadas, teniendo en cuenta que:

$$g'_{\sigma\tau} = \frac{\partial x_i}{\partial x'_\sigma}\frac{\partial x_k}{\partial x'_\tau}\, g_{ik},$$

pues se trata de las componentes del tensor covariante fundamental.

11. El determinante de [39] es -1. — Se encuentra efectivamente que

$$|g| = -1 \tag{44}$$

y si se calculan las componentes del tensor contravariante fundamental, se obtiene:

$$g^{00} = \frac{1}{\gamma}\ ;\ g^{0i} = 0\ ;$$

$$g^{ik} = -\ \delta_{ik} - \frac{2\,\Phi}{a^2}\,\Phi'_{x_i}\,\Phi'_{x_k}\,, \qquad [45]$$

variando *ik* de 1 a 3.

12. La velocidad parabólica medida en el campo no depende de la dirección. — Si en las ecuaciones de la geodésica

$$\frac{d^2 x_\alpha}{ds^2} + \left\{ \begin{matrix} i\ k \\ \alpha \end{matrix} \right\} \frac{dx_i}{ds}\,\frac{dx_k}{ds} = 0,$$

hacemos $\alpha = 0$, obtenemos:

$$\frac{d^2 t}{ds^2} + 2 \left\{ \begin{matrix} 0\ 1 \\ 0 \end{matrix} \right\} \frac{dt}{ds}\,\frac{dx}{ds} + 2 \left\{ \begin{matrix} 0\ 2 \\ 0 \end{matrix} \right\} \frac{dt}{ds}\,\frac{dy}{ds} + $$

$$+ 2 \left\{ \begin{matrix} 0\ 3 \\ 0 \end{matrix} \right\} \frac{dt}{ds}\,\frac{dz}{ds} = 0$$

pues estos son los únicos términos del desarrollo que no se anulan. Los otros términos se anulan ya sea porque $g^{0i} = 0$, o porque los g_{ik} no dependen del tiempo.

Calculando los símbolos de Christoffel que figuran en la última expresión, se tiene:

$$\frac{d^2 t}{ds^2} + g^{00}\frac{dt}{ds}\left(\frac{\partial\, g_{00}}{\partial\, x}\,\frac{dx}{ds} + \frac{\partial\, g_{00}}{\partial\, y}\,\frac{dy}{ds} + \frac{\partial\, g_{00}}{\partial\, z}\,\frac{dz}{ds} \right) = 0$$

y teniendo en cuenta los valores de g_{00} y g^{00} dados en [39] y [45], resulta:

$$\frac{d^2 t}{ds^2} + \frac{1}{\gamma}\,\frac{d\gamma}{ds}\,\frac{dt}{ds} = 0,$$

que se integra de inmediato, dando:

$$\frac{dt}{ds} = \frac{A}{\gamma}, \qquad [46]$$

siendo A una constante de integración.

Escribiendo

$$ds^2 = \gamma\, dt^2 - d\,\sigma^2$$

y dividiendo por dt^2 teniendo en cuenta [46], se obtiene:

$$\frac{\gamma^2}{A^2} = \gamma - \left(\frac{d\,\sigma}{dt}\right)^2 \qquad [47]$$

Para la velocidad parabólica $\dfrac{d\,\sigma}{dt} = 0$ si $\Phi = 0$, o sea $\gamma = 1$, con lo cual

$$\frac{1}{A^2} = 1. \qquad [48]$$

Para el elemento lineal medido en el campo se tiene:

$$ds^2 = dt'^2 - d\,\sigma'^2 \qquad [49]$$

de donde

$$\left(\frac{d\,\sigma'}{dt'}\right)^2 = 1 - \left(\frac{ds}{dt'}\right)^2 = 1 - \left(\frac{ds}{dt}\right)^2 \left(\frac{dt}{dt'}\right)^2 \qquad [50]$$

o sea

$$\left(\frac{d\,\sigma'}{dt'}\right)^2 = 1 - \frac{1}{\gamma}\left(\frac{ds}{dt}\right)^2. \qquad [51]$$

Para la velocidad parabólica medida en el campo basta poner en [51] el valor de ds/dt que da [46] con el valor de la constante dado en [48], resultando:

$$\left(\frac{d\,\sigma'}{dt'}\right)^2 = 1 - \gamma = -2\,\Phi = v^2, \qquad [52]$$

y con esto queda probado que la velocidad parabólica medida en el campo no depende de la dirección y coincide con la velocidad parabólica newtoniana.

13. La solución [39] y las ecuaciones del campo de Einstein. — Las ecuaciones del campo en el vacío cuando se cumple la [44] se reducen a:

$$R_{ik} = -\frac{\partial}{\partial x_\rho}\left\{ \begin{matrix} i\,k \\ \rho \end{matrix} \right\} + \left\{ \begin{matrix} i\,\rho \\ \varepsilon \end{matrix} \right\}\left\{ \begin{matrix} k\,\varepsilon \\ \rho \end{matrix} \right\} = 0. \qquad [53]$$

Estas 10 ecuaciones quedan satisfechas con los g_{ik} dados en [39] si en ellas Φ tiene la forma dada por [40] y [41], pues ya hemos visto que en ese caso las [39] conducen a la fórmula de Schwarzschild. Se trata ahora de averiguar si las [39] representan una solución general de las [53]. No ofrece dificultad verificar que R_{01}, R_{02} y R_{03}, se anulan y ello ocurre por ser $g_{0i} = g^{0i} = 0$ y los g_{ik} independientes del tiempo. La componente temporal R_{00} se anula, como demostraremos más adelante, si

$$\Delta\Phi = 0. \qquad [54]$$

En cambio las componentes espaciales R_{11}, R_{12}, etc. sólo se anulan si, además de cumplirse la [54], el campo tiene simetría esférica. Para dos masas fijas y separadas puede verificarse que, aunque se cumpla la [54], las componentes espaciales *son diferentes de cero.* Esto sucede porque en las ecuaciones del campo está incluída, como es conocido [1], la ley de movimiento y la no anulación de las componentes espaciales, en ese caso, *significa simplemente que las masas colocadas en esas condiciones no podrían permanecer fijas.*

Pero en la práctica podemos, por medio de vínculos, hacer que dos o más masas se mantengan fijas. Para calcular los g_{ik} del campo que generan, estando en esas condiciones, habría que hacer intervenir de alguna manera la acción de los vínculos y el problema sería, partiendo de las ecuaciones del campo, terriblemente complicado y prácticamente insoluble. El principio de la velocidad parabólica permite, en cambio, calcular de inmediato los potenciales g_{ik} en cualquiera de esos casos. Por eso pensamos que dicho principio completa y simplifica la estática einsteiniana.

Pero corresponde preguntar:

¿Qué seguridad puede tenerse de que los g_{ik} calculados de ese modo coinciden con los que se obtendrían de las ecuaciones del campo, suponiendo que se supiera integrarlas y se supiera también hacer intervenir en ella la acción de los vínculos?

La absoluta seguridad de que debe existir esa total coincidencia proviene de estos dos hechos si se los considera conjuntamente:

1º) En el único caso realmente estático, sin la intervención de

(1) A. EINSTEIN. — « The M. of Relativity », *loc. cit.*, pág. 109.

vínculos, masa puntual o exterior de una masa flúida en equilibrio (necesariamente esférica), la coincidencia es perfecta.

2º) Para una distribución cualquiera de las masas, mantenidas en reposo relativo por medio de vínculos sólidos, la componente temporal del tensor de Ricci, R_{00}, se anula con los g_{ik} calculados por el principio de la velocidad parabólica, si el laplaciano de Φ es nulo. Esto significa que la marcha de un reloj está *exactamente* determinada por el potencial newtoniano ($g_{00} = 1 + 2\Phi$).

Por otra parte, si se calcula el hipervolumen de universo (espacio y tiempo) de una pequeña región de un campo gravitatorio estático (caso de simetría esférica), se encuentra que ese hipervolumen elemental es independiente del campo. En otros términos: a la dilatación del tiempo debe corresponder una contracción de las reglas de medida *en cierta dirección* para que aquel hipervolumen elemental no dependa del campo. Comparando, pues, lo que ocurre en una pequeña región de un campo con simetría esférica, con otra pequeña región de otro campo *estático cualquiera*, se llega a la conclusión de que el potencial newtoniano no sólo determina *exactamente* la marcha de un reloj, sino también el comportamiento de las reglas de medida.

CÁLCULO DE R_{00}. — En este caso el cálculo conduce a la siguiente expresión para R_{00}:

$$\left.\begin{aligned} R_{00} = {} & \frac{\partial}{\partial x}(g^{11}\Phi_x' + g^{12}\Phi_y' + g^{13}\Phi_z') \\ & + \frac{\partial}{\partial y}(g^{21}\Phi_x' + g^{22}\Phi_y' + g^{23}\Phi_z') \\ & + \frac{\partial}{\partial z}(g^{31}\Phi_x' + g^{32}\Phi_y' + g^{33}\Phi_z') \end{aligned}\right\} A$$
$$\left.\begin{aligned} & - \frac{2}{\gamma}[g^{11}\Phi_x'^2 + g^{12}\Phi_x'\Phi_y' + g^{13}\Phi_x'\Phi_z' \\ & + g^{21}\Phi_x'\Phi_y' + g^{22}\Phi_y'^2 + g^{23}\Phi_y'\Phi_z' \\ & + g^{31}\Phi_x'\Phi_z' + g^{32}\Phi_y'\Phi_z' + g^{33}\Phi_z'^2] \end{aligned}\right\} B \qquad [55]$$

Poniendo

$$h = \frac{2\Phi}{a^2}, \qquad [56]$$

estando a^2 dado por [36] se obtiene para los términos de la parte A:

$$g^{11}\Phi_{xx}'' = -\Phi_{xx}'' - h\,\Phi_x'^2\,\Phi_{xx}'' \qquad \text{I}$$

$$g^{22}\Phi_{yy}'' = -\Phi_{yy}'' - h\,\Phi_y'^2\,\Phi_{yy}'' \qquad \text{II}$$

$$g^{33}\Phi_{zz}'' = -\Phi_{zz}'' - h\,\Phi_z'^2\,\Phi_{zz}'' \qquad \text{III}$$

$$2\,g^{12}\Phi_{xy}'' = -2\,h\,\Phi_x'\,\Phi_y'\,\Phi_{xy}'' \qquad \text{IV}$$

$$2\,g^{13}\Phi_{xz}'' = -2\,h\,\Phi_x'\,\Phi_z'\,\Phi_{xz}'' \qquad \text{V}$$

$$2\,g^{23}\Phi_{yz}'' = -2\,h\,\Phi_y'\,\Phi_z'\,\Phi_{yz}'' \qquad \text{VI}$$

$$\Phi_x'\,\frac{\partial g^{11}}{\partial x} = -h_x'\,\Phi_x'^3 - 2\,h\,\Phi_x{}^{12}\,\Phi_{xx}'' \qquad \text{VII}$$

$$\Phi_y'\,\frac{\partial g^{22}}{\partial y} = -h_y'\,\Phi_y'^3 - 2\,h\,\Phi_y'^2\,\Phi_{yy}'' \qquad \text{VIII}$$

$$\Phi_z'\,\frac{\partial g^{33}}{\partial z} = -h_z'\,\Phi_z'^3 - 2\,h\,\Phi_z'^2\,\Phi_{zz}'' \qquad \text{IX}$$

$$\Phi_x'\,\frac{\partial g^{12}}{\partial y} = -h_y'\,\Phi_x'^2\,\Phi_y' - h\,\Phi_x'\,\Phi_y'\,\Phi_{xy}'' - h\,\Phi_x'^2\,\Phi_{yy}'' \qquad \text{X}$$

$$\Phi_x'\,\frac{\partial g^{13}}{\partial z} = -h_z'\,\Phi_x'^2\,\Phi_z' - h\,\Phi_x'\,\Phi_z'\,\Phi_{xz}'' - h\,\Phi_x'^2\,\Phi_{zz}'' \qquad \text{XI}$$

$$\Phi_y'\,\frac{\partial g^{12}}{\partial x} = -h_x'\,\Phi_x'\,\Phi_y'^2 - h\,\Phi_x'\,\Phi_y'\,\Phi_{xy}'' - h\,\Phi_y'^2\,\Phi_{xx}'' \qquad \text{XII}$$

$$\Phi_y'\,\frac{\partial g^{23}}{\partial z} = -h_z'\,\Phi_y'^2\,\Phi_z' - h\,\Phi_y'\,\Phi_z'\,\Phi_{yz}'' - h\,\Phi_y'^2\,\Phi_{zz}'' \qquad \text{XIII}$$

$$\Phi_z'\,\frac{\partial g^{13}}{\partial x} = -h_x'\,\Phi_x'\,\Phi_z'^2 - h\,\Phi_x'\,\Phi_z'\,\Phi_{xz}'' - h\,\Phi_z'^2\,\Phi_{xx}'' \qquad \text{XIV}$$

$$\Phi_z'\,\frac{\partial g^{23}}{\partial y} = -h_y'\,\Phi_y'\,\Phi_z'^2 - h\,\Phi_y'\,\Phi_z'\,\Phi_{yz}'' - h\,\Phi_z'^2\,\Phi_{yy}'' \qquad \text{XV}$$

Los tres primeros términos de I, II y III dan cero por [54]. Los últimos términos de I, XII y XIV dan

$$-h\,\Phi_{xx}''\,(\Phi_x'^2 + \Phi_y'^2 + \Phi_z'^2) = -2\,\Phi\,\Phi_{xx}''$$

Análogamente, los últimos términos de II, de X y de XV así como los últimos de III, de XI y de XIII dan:

$$-2\Phi\,\Phi_{yy}'' \;,\; -2\Phi\,\Phi_{zz}'',$$

por lo cual estos nueve términos también se anulan.

Agrupando convenientemente los términos restantes se obtiene:

$$\begin{aligned} A = &-4h\,(\Phi_x'\Phi_y'\Phi_{xy}'' + \Phi_x'\Phi_z'\Phi_{xz}'' + \Phi_y'\Phi_z'\Phi_{yz}'') && \text{XVI} \\ &-2h\,(\Phi_x'^2\Phi_{xx}'' + \Phi_y'^2\Phi_{yy}'' + \Phi_z'^2\Phi_{zz}'') && \text{XVII} \\ &-a^2\,(h_x'\Phi_x' + h_y'\Phi_y' + h_z'\Phi_z'). && \text{XVIII} \end{aligned}$$

Pero es:

$$-h_x' a^2\Phi_x' = -2\Phi_x'^2 + 2h\Phi_x'^2\Phi_{xx}'' + 2h\Phi_x'\Phi_y'\Phi_{xy}'' + 2h\Phi_x'\Phi_z'\Phi_{xz}''$$

$$-h_y' a^2\Phi_y' = -2\Phi_y'^2 + 2h\Phi_y'^2\Phi_{yy}'' + 2h\Phi_x'\Phi_y'\Phi_{xy}'' + 2h\Phi_y'\Phi_z'\Phi_{yz}''$$

$$h_z' a^2\Phi_z' = -2\Phi_z'^2 + 2h\Phi_z'^2\Phi_{zz}'' + 2h\Phi_x'\Phi_z'\Phi_{xz}'' + 2h\Phi_y'\Phi_z'\Phi_{yz}''$$

La fila XVII se anula con la suma de los segundos términos de estas expresiones y la XVI con los últimos, por lo cual queda:

$$A = -2\,(\Phi_x'^2 + \Phi_y'^2 + \Phi_z'^2) = -2\,a^2.$$

Falta calcular la parte B de [55]. Si se multiplica por γ, se obtiene:

$$\gamma R_{00} = -2\,a^2\gamma + B\gamma$$

y los términos $B\gamma$ son:

$$-2g^{11}\Phi_x'^2 = \left(2 + \frac{4\Phi\,\Phi_x'^2}{a^2}\right)\Phi_x'^2 = 2\Phi_x'^2 + \frac{4\Phi}{a^2}\Phi_x'^4$$

$$-2g^{22}\Phi_y'^2 = \qquad = 2\Phi_y'^2 + \frac{4\Phi}{a^2}\Phi_y'^4$$

$$-2g^{33}\Phi_z'^2 = \qquad = 2\Phi_z'^2 + \frac{4\Phi}{a^2}\Phi_z'^4$$

$$-4g^{12}\Phi_x'\Phi_y' = \qquad = \frac{8\Phi}{a^2}\Phi_x'^2\Phi_y'^2$$

$$-4g^{13}\Phi_x'\Phi_z' = \qquad = \frac{8\Phi}{a^2}\Phi_x'^2\Phi_z'^2$$

$$-4g^{23}\Phi_y'\Phi_z' = \qquad = \frac{8\Phi}{a^2}\Phi_y'^2\Phi_z'^2$$

de donde

$$B\gamma = 2\,a^2 + \frac{4\Phi}{a^2}\,(\Phi_x'^2 + \Phi_y'^2 + \Phi_z'^2)^2$$

o sea

$$B\gamma = 2\,a^2 + 4\,\Phi\,a^2 = 2\,a^2\,(1 + 2\,\Phi) = 2\,a^2\,\gamma$$

con lo cual resulta, efectivamente,

$$R_{00} = 0.$$

14. Las dos clases de campos uniformes y los movimientos uniformemente acelerado e hiperbólico de K′. — Al establecer el principio de la velocidad parabólica mencionamos los dos enunciados originales del principio de equivalencia y ahora, para completar el análisis que hicimos al comienzo, calcularemos los g_{ik}, del campo gravitatorio correspondiente, primero, al movimiento uniformemente acelerado del sistema K' respecto a un sistema inercial K, y segundo, a un movimiento hiperbólico de K'.

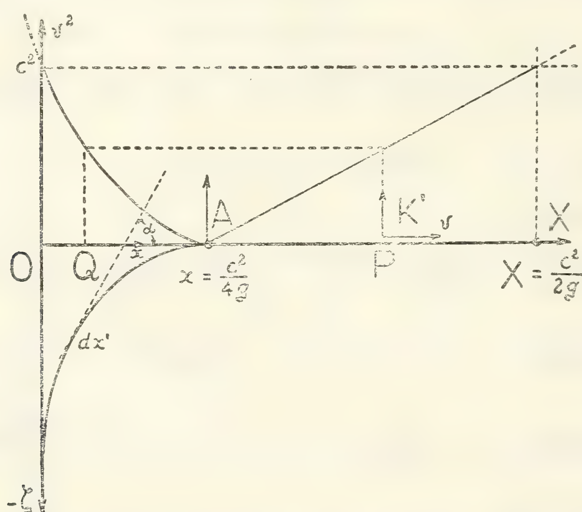


Fig. 6.

Designamos las coordenadas del sistema inercial K por X, Y, Z, y las del campo, cuando las medidas son efectuadas desde K, por x, y, z. Supondremos (fig. 6) que K' se mueve, a partir del origen A, con la aceleración g constante. La velocidad de K' respecto

a K será tal que

$$v^2 = 2\,g\,X. \qquad [57$$

De acuerdo al principio de la velocidad parabólica, K' se comporta, en cada momento, exactamente igual que una región de un campo gravitatorio cuya velocidad parabólica *natural* estuviera dada por [57]. Debemos expresar esa velocidad parabólica en función de x. Se tiene:

$$v = \frac{dX}{dt} = -\frac{dx'}{dt'} = -\frac{1}{\gamma}\frac{dx}{dt}, \qquad [58]$$

de donde

$$dx = -\gamma\,dX \qquad [59]$$

y por [57] el valor de γ será:

$$\gamma = 1 - \frac{2\,gX}{c^2}. \qquad [60]$$

Con este valor la integración de la [59] da:

$$x = -X + \frac{g}{c^2}X^2 + C. \qquad [61]$$

Tomando el valor de la constante C de modo que $x = 0$ cuando v sea igual a la velocidad de la luz, se obtiene:

$$x = -X + \frac{g}{c^2}X^2 + \frac{c^2}{4\,g} \qquad [62]$$

y de aquí resulta por [60]:

$$\gamma = \sqrt{\frac{4\,g}{c^2}\,x}\,. \qquad [63]$$

El elemento lineal de este campo es entonces:

$$ds^2 = c^2\,\gamma\,dt^2 - \frac{1}{\gamma}\,dx^2 - dy^2 - dz^2. \qquad [64]$$

Al moverse el origen del sistema K' desde A hasta $X = c^2/2g$, donde alcanza la velocidad de la luz, K' se va comportando como los puntos del campo dado por [64] y [63] y comprendidos entre

A y *O*, de modo que al pasar por *P*, *K'* se comporta como el punto *Q* del campo.

Si se halla la geodésica de [64] y se calcula la aceleración para una velocidad nula, se encuentra:

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = -g \; ; \; \frac{d^2 x'}{dt'^2} = -g\gamma^{-3/2}. \qquad [65]$$

Estos son los valores de la aceleración medidos desde *K* y en el campo y coinciden con los valores de la aceleración de caída en *K'* medidos desde *K* y en el propio sistema *K'*. Un campo así podría denominarse *uniforme externo.*

La forma geométrica de la parte espacial de este campo, uniforme respecto a *K*, pero cuya aceleración natural, la medida en el campo, varía desde g hasta infinito, se encuentra sin dificultad razonando como en el párrafo 3, y así se obtiene:

$$\zeta = -\frac{c^2}{4g}\left(\operatorname{sen}^3 \alpha \cos \alpha + \frac{\alpha}{2} - \frac{1}{2} \operatorname{sen} \alpha \cos \alpha\right) \qquad [66]$$

$$\cos^2 \alpha = \sqrt{\frac{4g}{c^2}}\, x. \qquad [67]$$

Aquí la [66] representa una superficie cilíndrica cuyo eje es perpendicular a ζ y a x siendo ζ un eje cualquiera perpendicular a x.

Para el movimiento hiperbólico de *K'*, fig. 7, pondremos:

$$X^2 - c^2 t^2 = \frac{c^4}{g^2}, \qquad [68]$$

de la cual resulta:

$$v^2 = \left(\frac{dX}{dt}\right)^2 = c^2\left(1 - \frac{c^4}{g^2 X^2}\right). \qquad [69]$$

Con esto, teniendo en cuenta la [59] se obtiene para γ en función de x:

$$\gamma = \frac{g^2}{c^4} x^2. \qquad [70]$$

Los valores de la aceleración para una velocidad nula que se obtienen de [64], con este valor de γ, son:

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = -g \gamma^{3/2} \; ; \; \frac{d^2 x'}{dt'^2} = -g \, . \qquad [71]$$

En este caso resulta la aceleración natural, la medida en el campo, constante, lo mismo que la aceleración propia del sistema K', pero la aceleración medida desde K varía entre g y cero. El campo es *uniforme interno.*

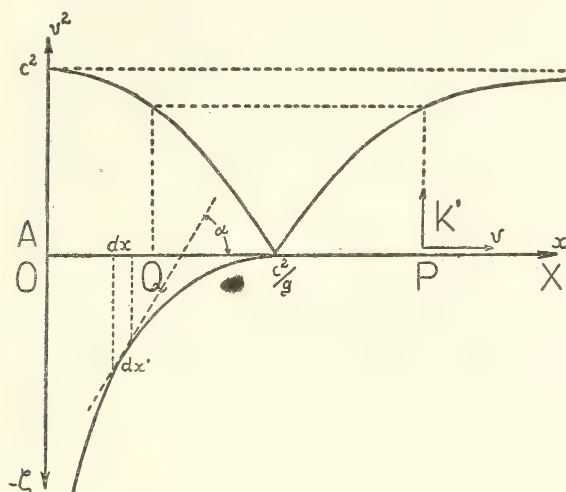


Fig. 7.

La forma geométrica de la parte espacial de este campo está dada por

$$\zeta = \frac{c^2}{g}\left[\operatorname{sen}\alpha - \log\frac{1 + \operatorname{sen}\alpha}{\cos\alpha}\right] \qquad [72]$$

$$\cos\alpha = \frac{g}{c^2}x \, . \qquad [73]$$

Estos ejemplos prueban que la identidad de comportamiento entre una pequeña región de un campo gravitatorio y un sistema K', en movimiento respecto a un sistema inercial K, identidad a la que se refiere el primer enunciado del principio de equivalencia, no puede lograrse en forma permanente, ni con el movimiento uni-

formemente acelerado, ni con el movimiento hiperbólico. Por ello, así como es necesario hacer que la región considerada del campo sea infinitamente pequeña (dx, dy, dz), es necesario también limitar la cuarta coordenada, el tiempo, y reducir el intervalo en el cual se produce el comportamiento idéntico a un infinitamente pequeño dt. El principio de la velocidad parabólica determina, justamente, el instante del comportamiento idéntico.

NOTA. — El presente trabajo fué enviado a los *Anales* a mediados del año 1953. A partir de entonces hemos podido extraer del principio establecido otras consecuencias de suma importancia. Entre ellas figura, en primer término, la formulación de la ecuación de la energía y la deducción directa de los tres efectos cruciales de la teoría de la gravitación de Einstein, sin hacer uso para nada de las ecuaciones de las geodésicas ni del cálculo diferencial absoluto. En las *Actas de la Academia de Ciencias Exactas de Lima* (Perú) apareció, en agosto de 1954, un trabajo nuestro en el que se exponen detalladamente esas consecuencias, y en el libro que hemos escrito sobre *Física Relativista*, Editorial Kapelusz, Buenos Aires, 1955, y que aparecerá en estos días, dedicamos un capítulo completo (el décimo, págs. 381-416) al principio de la velocidad parabólica. Allí se verá, además, la manera de determinar la función γ [12] admitiendo que la misma satisface la ecuación de Poisson, con lo cual aparece la constante de gravitación de Einstein de la manera más directa y sencilla posible. De este modo la [4] se presenta como una consecuencia de la teoría desarrollada y no como un postulado independiente.

La Plata, 14 de noviembre de 1955.

IDENTIFICACION DEL CROMO

POR

REINALDO VANOSSI

En el actual procedimiento se extrae primeramente el cromato por el acetato de etilo, de una solución clorhídrica, de acidez 2 molar. Después de un tratamiento destructivo oixdante de ese extracto, se aplica la reacción con peróxido de hidrógeno, en presencia de acetato de etilo, lo cual, a la vez que permite la identificación dentro de los límites de 2 a 7 μg, en la sustancia analizada, constituye una etapa de purificación, que permitirá, a continuación, emplear la reacción con la difenilcarbazida, con una perceptibilidad de 0,2 a 0,6 μg de cromo. El método es aplicable en presencia de un gran exceso de cualquier otro elemento, y dentro de una escala micro o semi-microquímica.

La caracterización del cromo se realizará de acuerdo con el tipo de investigación aplicado a otros elementos ya estudiados anteriormente por el autor, de los cuales, un grupo corresponde a los que son extraíbles por acetato de etilo de una solución con acidez clorhídrica ([10]). En consecuencia, se opera sobre una cantidad de muestra que corresponda a 10-12 mg de contenido de un elemento cualquiera; es decir dentro de esos límites para el caso de una sustancia elemental, o mayores para el caso de un compuesto, y sin perjuicio de disminuirlos (con la respectiva disminución de volúmenes de operación), si se desea trabajar en escala microquímica. El procedimiento actual permite la identificación de 0,2-0,6 μg de cromo, en presencia de 10.000 veces (o, a menudo, mayor cantidad) de cualquier otro elemento (que no pertenezca a los transuránicos, o algunos lantánidos, o pocos más muy raros ([10]), cuyo comportamiento no ha podido ser estudiado).

El análisis se inicia con un ataque térmico alcalino de la muestra (preferiblemente con peróxido); aunque, si se conoce la ausencia de algunos elementos, se podrá realizar un simple tratamiento alcalino oxidante por vía húmeda. Por otra parte, será posible coordinar la operación actual con la

previa investigación de los elementos volatilizables por medio de destilaciones con ácidos (9) y, también, con la subsiguiente, de aquéllos cuyos cloruros son extraíbles, de un ambiente clorhídrico, con acetato de etilo (10). En este caso, los límites de perceptibilidad para cromo son iguales a los indicados, debiendo señalarse que aquellas separaciones previas sólo dejan persistentes el problema de la posible presencia de exceso de vanadio, o el de precipitación al alcalizar la solución. En el curso de la descripción del método siguiente, aparecerán los medios para resolver tales situaciones.

Aparte de las posibles simplificaciones, el procedimiento más general comprende: 1) la extracción del ion cromato, por medio del acetato de etilo, de una solución en acidez clorhídrica; y subsiguiente tratamiento de ese extracto; 2) aplicación de la reacción del peróxido de hidrógeno, en presencia de acetato de etilo, lo que permite un primer medio de identificación (de relativamente poca sensibilidad) y, sobre todo, una etapa de separación con fines de purificación; y, 3) aplicación de la difenilcarbazida, directamente al extracto (acetato de etilo), separado después de la reacción anterior.

Como antecedentes bibliográficos corresponde mencionar que la reacción de los cromatos con peróxido ha sido propuesta ya en 1847 por Barresvil, y subsiguientemente aplicada y estudiada por varios otros (amplios detalles en las obras de De Konink (2), Rüdisüle (7) y en el Primer Informe de la Comisión Internacional (5). En cuanto a la reacción de la difenilcarbazida, se la debe a Cazeneuve (1 *b*); y su gran valor, en cuanto a sensibilidad y bastante especificidad, justifica que se le hayan dedicado numerosos estudios (5, 11).

En el trabajo actual, a parte del sistema separativo empleado, se han introducido algunas variantes en los medios para aplicar las dos reacciones mencionadas, de las cuales pueden mencionarse el acetato de etilo, superior al éter dietílico, en el caso de la reacción percrómica, y, en un ambiente de acidez perclórica, con lo que el resultado mejora aun más. Para la reacción de la difenilcarbazida se ha comprobado, también, que la extracción del complejo que produce con el cromato, por medio del acetato de etilo, permite no sólo mejorar la sensibilidad, sino la especificidad, por cuanto alguna otra coloración extraña no pasará al mencionado solvente; además, en presencia de ácido perclórico la extracción es mucho mayor que con los otros ácidos habitualmente empleados.

Foster (2 *a*) ha propuesto el acetato de etilo para separar percrómico del pervanádico. Weinhardt y Norman Hixon (12), emplean la metilisobutilquetona para la extracción del dicromato; Brookshier y Freund (1 *a*) hacen un amplio estudio de la extracción del percrómico por el acetato de etilo, y ulterior aplicación de la difenilcarbazida.

Lapin (4) ha aplicado la reacción de la difenilcarbazida al éter con el compuesto percrómico, resultado de investigar peróxido, por agregado, a la solución original, en acidez sulfúrica, de solución de dicromato. Ese procedimiento (que le permite reconocer 5 μg de peróxido), demuestra que cualquiera que sea el orden de acción en el sistema cromato- peróxido, el solvente orgánico contiene el ácido percrómico, aun en el caso de que su concentración sea inferior al límite de perceptibilidad directa. Actualmente, queda demostrado que, en el caso de la investigación de cromato, puede comprobarse la presencia de menos de la décima de μg de este ion contenido en la solución original; pero, empleando el acetato de etilo como agente de extracción.

Procedimiento

Los útiles empleados han sido indicados en trabajos anteriores del autor (tubos de ensayo, tubos-pipetas y otros elementos simples, para operar en escala micro o semi-microquímica). Las drogas y las concentraciones de las soluciones de reactivos se mencionarán en los lugares correspondientes de las sucesivas etapas analíticas.

En cuanto al ensayo « testigo », no sólo es aconsejable — cuando corresponda — el de tipo normal, en ausencia del elemento a investigar (cromo, actualmente), sino también con una cierta cantidad de ese mismo elemento (cantidad que dependerá de la sensibilidad de la reacción que se aplique para la identificación final, y del grado de eficiencia con que se opere). Este segundo ensayo conviene, para la comprobación del método en sí y, particularmente, para eliminar algún posible error, derivado de una accidental reducción del ion cromato en las etapas finales (por ejemplo, debida al mismo acetato de etilo, o a los ácidos).

En cuanto a las soluciones diluidas de cromato, de título determinado, empleados para establecer sensibilidades, han sido sometidas a oxidación cada vez que ha debido empleárselas, puesto que sufren una parcial reducción con el tiempo.

Ataque de la muestra. — En el caso de composición desconocida, en cuanto a otros componentes predominantes, corresponde la fusión con peróxido sódico (con o sin hidróxido), sobre lámina de plata (níquel o hierro, a menudo contienen cromo). A continuación, después de desagregar la masa, por ebullición con agua, se separa el posible insoluble por centrifugación (*) ; a la solución

(*) Si el insoluble es abundante convendrá repetir la fusión, aunque, en general, basta hervirlo con solución de hidróxido, agregando a la vez un poco de peróxido. Si, después de la centrifugación, el líquido sigue opalino (exceso de hidróxido) convendrá diluir, hervir y repetir aquella operación.

se le agregan una gotitas de bromo puro (30-50 mg), y se hierve 20-30 seg., después de lo cual (previa separación de algún posible insoluble), se concentra, si es necesario, hasta 1-3 ml y, en frío, después de neutralizar el álcali, se continúa con el agregado de ácido clorhídrico hasta obtener una concentración final 2 M.

NOTAS. — Si, por la naturaleza de la muestra, debió realizarse una fusión ácida (bisulfato), a continuación se repetirá la fusión con exceso de carbonato y nitrato, continuando en la forma ya indicada. De no usar este fundente, habrá que desagregar con agua el producto del primer fundido (en platino), luego travasar (previa alcalización) al recipiente de plata, evaporar y fundir con el hidróxido-peróxido. Con todo, debe indicarse que el carbonato es algo inferior al hidróxido, en cuanto a que la adsorción de cromato por el insoluble es un poco mayor.

En el supuesto de tener un residuo sulfúrico, resultado de un ataque directo de la sustancia, o de las previas destilaciones de elementos, se lo evapora hasta sequedad (o casi) y, después de neutralizarlo con hidróxido, se trasvasa la masa al recipiente de plata, para la fusión alcalina. Si, por otra parte, se tiene una solución ácida cualquiera de la muestra, se procederá a evaporarla, para continuar como en el caso anterior.

A los efectos de posibles simplificaciones en el procedimiento, debe tenerse en cuenta que un ataque inicial de la sustancia con ácidos nítrico y/o clorhídrico puede no destruir compuestos del carbono y complejos inorgánicos perjudiciales; en cambio, sí lo hará el ataque térmico (*) y también, en el caso de las destilaciones previas con los ácidos clorhídrico, nítrico, perclórico y sulfúrico, llevadas hasta residuo sulfúrico (9) (con lo cual se eliminan, a la vez, una serie de elementos, de los cuales interesa mencionar —por su ulterior interferencia— osmio y yodo).

Por otra parte, todo precipitado que se forme en medio alcalino en el seno de una solución puede conducir a una adsorción, ya sea inicialmente, del cromo (III) (el que así escapará, a veces en parte, a la ulterior oxidación por el peróxido), o del cromo (VI) resultante de la acción del peróxido. En consecuencia, si la muestra ha sido disuelta simplemente por agua, o por ácidos (o, en el caso de ataque acuoso alcalino directo), y aparece un insoluble en medio básico, es posible un neto empeoramiento en el límite de perceptibilidad del cromo; y sería entonces necesario aplicar la disgregación térmica a ese insoluble separado por centrifugación, o repetir el ataque de la muestra por vía térmica inicial. Dentro de la situación anterior se encuentran, particularmente, cobre, cobalto e iridio (precipitados de óxidos hidratados negruzcos) y, en menor grado, los demás que dan insolubles de color claro. Así, pues, en el supuesto de poco voluminoso precipitado de este aspecto y en

(*) Algunos complejos, p. ej. fosfo y sílico wolfrámico (o molíbdico) se reconstituyen en la posterior disolución en agua del fundido, y pasarán en buena proporción al acetato de etilo (merdio ácido).

ausencia de complejos o compuestos orgánicos, se podrá prescindir de la recién mencionada disgregación y, entonces, directamente después de hervir la solución con hidróxido y peróxido, se separa el escaso insoluble; y la solución se somete después a la ebullición con bromo, terminando esta etapa con la acidificación en la forma indicada.

En el caso de que se haya realizado una destilación ácida de elementos, la pérdida de cromo, debida a la presencia de ion cloro y de cromato (originalmente presente, o producido por el perclórico), es proporcionalmente pequeña, de modo que no se modifican apreciablemente los límites de perceptibilidad. En cambio puede ser apreciable la pérdida, si la muestra contiene fluoruro y, a la vez, cromato; produciéndose esto, también, si se realizó un ataque con bisulfato o uno fluorhídrico-sulfúrico En tales casos el agregado previo de ácido bórico resuelve la dificultad.

Si la investigación del cromo se coordina con la de los elementos extraíbles como cloruros, por el acetato de etilo, se tendrán en cuenta, por una parte, que esa extracción debe realizarse previa reducción de la solución con sulfito y después, reoxidación con bromo (ambiente ácido), lo cual, al dejar el cromo trivalente, no dará error apreciable por extracción o coextracción, aun en el caso de exceso presente de elementos de ese grupo.

La ebullición con hipobromito, en medio alcalino, después del tratamiento con peróxido (por vía húmeda o térmica) es indispensable, en cuanto será necesario destruir completamente a éste (o restos de compuestos nitrosos, en el caso de haber empleado nitrato), antes de acidificar la solución, con lo que se evita la reducción a cromo (III) (y su no extracción en la operación siguiente). El hipobromito alcalino es más cómodo y ventajoso que otros agentes (iones persulfato y plata, peryodato, etc.) (*) para oxidar a cromo (VI), en cuanto la operación, en caliente, se realiza fácilmente, sin que influyan las concentraciones de hidróxido o hipobromito (dentro de un exceso mínimo indispensable), o de otros iones (p. ej., cloruro); además, la eficiencia de ataque es alta (como que puede oxidarse, apreciablemente, con exceso acentuado de hidróxido, al sulfato de cromo, resultado de una previa evaporación sulfúrica); y luego, la eliminación del exceso de oxidante (cuando ella es necesaria), se producirá fácilmente por ebullición en medio ácido, sin que haya reducción del cromato.

El tratamiento con el hipobromito debe realizarse después de la separación del insoluble en agua del fundido, pues, en caso contrario, se disolvería el oro previamente precipitado en el curso de la fusión, y así sería después extraído con el cromato, e impediría la identificación de éste. En cuanto a los metales de la familia del platino, que también sufrirían una disolución (a lo menos parcial), a parte de osmio y rutenio (solubles), no habría inconvenientes.

(*) El permanganato en presencia de hidróxido sódico es también un buen medio de oxidación, pudiendo ser útil en algunos casos: después de calentamiento, se destruye, si es necesario, el exceso, por agregado de porciones sucesivas de bromuro, en medio ácido, hasta eliminación del bromo (sin perjuicio de que pueda también emplearse el ácido clorhídrico).

La solución alcalina final, resultado de la actual operación, sólo contendría como elementos cuya presencia es objetable (aun en baja proporción), vanadio, molibdeno, osmio y yodo. De ellos, los dos últimos no existirán si la muestra fué sometida previamente a las destilaciones ácidas; y el molibdeno tampoco, si, además, se separaron los elementos cuyos cloruros son extraíbles por el acetato de etilo. Color del anión permangánico en la solución (resultado de la acción oxidante del hipobromito sobre el manganato) no tiene significación, y será reducido después por el ácido clorhídrico y el acetato de etilo.

La operación siguiente, de extracción, separará al cromato, junto con casi todo el yodo (bromuro) y una fracción de molibdeno, osmio y complejos fosfo y sílico wolfrámicos (algunas decenas de unidad por ciento, del contenido original), y poco vanadio (aparte de una proporción variable de fosfato, borato, fluoruro, antimonio, estaño, galio, germanio; y aún indio, debido al bromuro presente (*). Principalmente, esa extracción con el acetato de etilo conducirá a disminuir la cantidad de molibdeno y, sobre todo, la de vanadio; secundariamente, separará al arsénico y teluro, y otros que, en gran exceso, perjudican la sensibilidad de la reacción del ácido percrómico, y aún de la difenilcarbazida; por otra parte, y en el supuesto de que la muestra no fué previamente sometida a las destilaciones ácidas, se eliminará, aquí, del residuo del acetato de etilo, más fácilmente, a osmio y yodo, que si ello se hiciese al atacar la muestra.

Extracción del cromo (VI), por medio del acetato de etilo. — La solución con acidez ca. 2 M y conteniendo bromo libre, se agita a 10-12°C con unos dos volúmenes de acetato de etilo (temperaturas más altas, especialmente superiores a 15° empeorarán apreciablemente la extracción). Apenas terminada la decantación se extrae el solvente orgánico (preferiblemente con pipeta de extremidad curvada en un pequeño ángulo recto, para evitar la absorción de fase acuosa, lo que —de producirse— obligaría a una espera para la decantación dentro de la pipeta). El extracto se lava, en seguida —y manteniendo la baja temperatura— con 1/5 de su

(*) De otros elementos que a una determinada valencia son extraídos en proporción variable por el acetato de etilo (acidez clorhídrica), debe indicarse que el talio (III) fué insolubilizado en la fusión (y ulterior tratamiento oxidante de la solución), así como hierro y oro; teluro, arsénico (y selenio) están al máximo de valencia y no son apreciablemente extraídos.

volumen de solución de ácido clorhídrico 1-1,5 M. Este lavado se omitirá si se sabe que la muestra no contiene — o sólo poco — molibdeno o vanadio.

NOTAS. — En la presente extracción pasa más del 90 % del cromato, aun en presencia de menos de 0,1 μg. La eficiencia disminuye netamente al aumentar la temperatura, o la acidez, o el tiempo transcurrido (y peor si hay bromuro), todo lo cual es resultado de la acción reductora del acetato de etilo, a pesar del exceso de bromo presente. A una acidez menor la extracción disminuye; en cambio a una acidez mayor (p. ej. 4 M) apenas varía (*), aunque la reducción del cromato es más rápida, máxime si la temperatura es mayor: así, a 25 °C, a una acidez 2 M se extrae algo más del 50 % del cromo, mientras que si aquélla es de 4 M, sólo será de 30-40 % (dos volúmenes de solvente, y extracción dentro de los 2-3 minutos). Otros solventes (butanol y alcohol amílico) son menos favorables; y menos aún el éter dietílico.

La extracción prácticamente cuantitativa de varios mg de cromato exige nuevas etracciones; pero, en virtud de que la mayor parte del cromo de la fase acuosa se encuentra reducido, se deberá previamente reevaporarla, para disminuir la cantidad de ácido, diluir y reoxidar con bromo en medio alcalino. En el actual procedimiento cualitativo se ha observado un solo caso de empeoramiento apreciable de la extracción, al realizar el ensayo con unos 10 mg de wolframio, en estado de complejo fosfo-, el cual, después del ataque térmico, pasa soluble en agua y luego se extrae apreciablemente con el acetato de etilo (a la vez que en parte precipita en la fase acuosa, al agitar con este solvente). No es tal la situación si ese complejo, previamente, se ataca por evaporación sulfúrica. En los demás casos, en que al acidificar la solución, para realizar la extracción aparezca un insoluble (silicato, wolframato), que no es normalmente muy apreciable, la adsorción de cromato es relativamente pequeña, y no altera los límites de perceptibilidad del método. En resumen, en un análisis cualitativo, sólo podrá ser necesaria una segunda extracción si, deseando llevar al máximo la eficiencia del método, aparece en esta etapa un insoluble, o si ha habido descuido en cuanto a temperatura o tiempo transcurrido, al realizar la primera.

TRATAMIENTO DEL EXTRACTO DE ATETATO DE ETILO. — Se lo evapora a seco, permitiendo la inflamación de los vapores, y soplando periódicamente. El residuo se trata por gotas de ácido nítrico y se evapora de nuevo, terminando con el agregado de otras gotas de ácidos nítrico y perclórico, y repitiendo la evaporación hasta casi sequedad, sin sobrecalentamientos (soplar al final, para acelerar la evaporación). Al residuo se le agrega 1,5-2 ml de agua, una

(*) Pero con la desventaja de una mayor extracción de molibdeno y vanadio.

o dos gotitas de bromo puro y las gotas necesarias de solución de hidróxido sódico (4 M), hasta neutralización del bromo y un exceso de unas dos gotas; después de hervir unos 15-30 segundos (*), se agrega, en caliente, gotas de solución de ácido perclórico (4 M) hasta aparición del bromo libre; se hierve para eliminarlo y se comprobará, por el agregado de una gota más de ácido, la no aparición de nuevo bromo, la cual de producirse exigirá nueva ebullición. Se cuidará que, después de la total destrucción del hipobromito, no exista una acidez muy superior a 0,8 M.

NOTAS. — El residuo seco del acetato de etilo presentará color azul, si hay molibdeno (con o sin fosfórico); negruzco (**), si es fosfowolfrámico; naranjado o rojizo, si es vanadio o cromo; en los demás casos el color es claro o blanco (excepto si, anormalmente, hubiese pasado p. ej. algo de oro, u otros). La evaporación nítrico perclórica, a la vez que oxida la materia orgánica, eliminará totalmente yodo y osmio (además, rutenio y una parte de lo poco que podría haber de mercurio, selenio, renio). Aun en ausencia de yodo y osmio, debe realizarse ese ataque, puesto que no sería conveniente aplicar la reacción subsiguiente del percrómico, en un volumen elevado de acetato de etilo; y su concentración por evaporación, llevaría a la reducción del cromato.

IDENFITICACIÓN DEL CROMO (VI), POR MEDIO DE LA REACCIÓN DEL ÁCIDO PERCRÓMICO. — A la solución enfriada a 10-12°C, se le agrega acetato en cantidad tal, que después de agitar haya 0,3-0,4 ml. Este solvente podrá tener color amarillo en los casos de exceso de cromato, o de algo de oro, o de restos de bromo, pero ninguno de los dos últimos supuestos será normal. A continuación se agregan dos o tres gotas de solución de peróxido de hidrógeno (3 %) y se agita: color azul en el solvente superior indica cromo, con un límite de perceptibilidad de 2 a 7 μg en la muestra analizada.

El color se mantiene casi inalterado unos minutos. Sin embargo, para cantidades de cromato presentes inferiores a 1 μg (acetato de etilo incoloro), se produce más rápidamente una reducción del percrómico en el acetato y en la fase acuosa, lo que debe tenerse

(*) Si, excepcionalmente, apareciese un insoluble, se lo separará por centrifugación.

(**) Un residuo, que haya sufrido un exceso de temperatura, podrá aparecer oscuro, debido a la carbonización de materia orgánica, o a rastros de óxidos de algunos elementos.

en cuenta si ha de aplicarse a continuación la reacción de la defenilcarbazida. Por lo tanto, si tal es el caso, en seguida después de la observación anterior se agrega más acetato de etilo (hasta ca. un volumen igual al de la fase acuosa), se reagita y acto continuo se lo extrae (libre de fase acuosa) ; a fin de aplicar sin dilación, la segunda reacción mencionada.

Respecto de la posibilidad de prescindir de la actual reacción para aplicar directamente la difenilcarmazida; o de comprobar, en el caso de haberla utilizado, si el cromo fué debidamente extraído de la fase acuosa, véanse las « Notas » subsiguientes.

Notas. — La sensibilidad directa del percrómico, en las condiciones indicadas, es de 0,8 μg de cromo (1 ml de fase acuosa, 0,3 ml de acetato de etilo, concentración 1 M o poco más en perclorato y 0,1-0,5 M en ácido libre). Si previamente se realiza una extracción del cromato por dos volúmenes de acetato de etilo, y se continúa con el tratamiento del método, la perceptibilidad es de ca. 2 μg. Por otra parte, ella puede empeorar apreciablemente cuando se opera con diversas sustancias, debido especialmente a coprecipitación y a las influencias que otros elementos presentes al final, tienen sobre la intensidad del color azul en el solvente orgánico, o sobre el coeficiente de extracción del compuesto, o sobre el equilibrio químico que le corresponde. Dentro de esta situación la aplicación ulterior de la difenilcarbazida —si la anterior fué negativa— será muy útil, puesto que, salvo el caso de una alteración muy desfavorable del equilibrio químico correspondiente a la formación del percrómico, aquel reactivo permitirá reconocer —gracias a su alta sensibilidad— la presencia de ínfimas cantidades de cromo originariamente presentes en la muestra, y a pesar de los otros factores desfavorablemente mencionados (*).

Respecto de otros solventes para la extracción: el butanol se comporta como el acetato de etilo; el alcohol amílico es menos favorable, mientras que el éter dietílico es aun menos conveniente, en cuanto a sensibilidad, coeficiente de extracción y estabilidad del compuesto. El acetato de amilo ha sido propuesto por Bishop y Dwyer (1). El coeficiente de extracci6n al acetato de etilo, para volúmenes iguales de ambas fases es de ca. 90 % o más y aun para menos de 0,1 μg de cromo; respecto del éter dietílico, Troitskii (8), los ha determinado, en ambiente de acidez clorhídrica, sulfúrica o nítrica.

La razón de emplearse en el actual método el ácido perclórico como agente neutralizante del hidróxido que actuó con el hipobromito, y acidificante, reside en el hecho de que, en presencia de iones cloruro o sulfato debe cuidarse la acidez para no perjudicar seriamente la sensibilidad (p. ej. concentración en ácido clorhídrico no muy diferente de 0,1 M). Con los iones perclorato y

(*) En solución pura se puede reconocer, por medio de la difenilcarbazida, y pasando por la etapa del percrómico, 0,03 μg de cromo.

nitrato la tolerancia es mayor; aunque no conviene exagerar, tal como ya se lo contempla en los detalles expuestos del método.

El factor temperatura es importante, no sólo en cuanto a la menor sensibilidad al aumentar aquélla, sino por la mayor rapidez de reducción del ácido percrómico. Si, además, ha de considerarse a esta reacción como medio de purificación para llegar a la de la difenilcarbazida deben tenerse en cuenta los factores temperatura y tiempo, puesto que toda ulterior reducción del ácido percrómico a cromo (III), inhabilita a aquella.

La especificidad de esta reacción puede considerarse completa, y sólo pocos iones afectan su sensibilidad. Cítanse [6] bismuto, iridio, teluro, hierro (II), titanio (III), talio (III), arsénico (III y V) y sobre todo, vanadio. A éstos deben agregarse yoduro (y bromuro, si hay gran exceso). Todos ellos han sido en su mayor parte separados, ya sea por la insolubilización después del ataque alcalino inicial, o al realizar la extracción del cromato, o al tratar el acetato de etilo. Respecto del vanadio, el empleo del acetato de etilo al realizar la extracción del compuesto percrómico, permite mayor tolerancia, pues en presencia de 1,5 mg (cantidad muy superior a la que llegaría a ese punto del análisis operando con algo más de 10 mg del elemento), se puede aun percibir, por la aplicación posterior de la difenilcarbazida, 0,2 μg de cromo, presentes antes de la oxidación por el hipobromito. El molibdeno (unos 2 mg ó algo más), se comporta análogamente. En muestras con exceso de fosfowolframato (y también en el caso del talio, si no fué debidamente separado con hidróxido y oxidante), se ha observado una disminución en la extracción del ácido percrómico; pero no se perjudican los límites de perceptibilidad que se indicarán para la reacción de la difenilcarbazida. Respecto de los iones del bromo: tal como se realiza la oxidación por el hipobromito y su ulterior tratamiento ácido, al final, el líquido contiene sólo poco bromuro (como se puede comprobar, puesto que aquél, tratado por bromato, apenas si produce débil color amarillo correspondiente a bromuro; y, en cambio, no da reacción, si se lo trata por bromuro, lo que indica ausencia de bromato). El fenol puede emplearse para anular el bromo libre, pues no altera la reacción, agregándolo antes o después del peróxido.

La repetición de la reacción del ácido percrómico puede ser necesaria si, accidentalmente, se descuidó, por ejemplo el factor temperatura; o si, debiéndose aplicar después la de la difenilcarbazida, se dejó pasar demasiado tiempo. En este supuesto la reoxidación del cromo (III), se realizará después de la eliminación, por calentamiento, del acetato de etilo, y teniendo en cuenta que los restos de acetato de etilo (y rastros de otros ésteres superiores) se saponificarán en medio alcalino, y los respectivos alcoholes serán oxidados y bromurados, reacciones que deben ser completadas con suficiente calentamiento y exceso de bromo, para asegurar la completa oxidación del cromo.

También podrá, ocasionalmente, ser necesaria la repetición de esta reacción sobre la fase acuosa exclusivamente, en el caso de que, después de haber separado el acetato de etilo se quiera comprobar la proporción de cromo persistente en aquella fase (pero sólo posible en ausencia de molibdeno o vanadio). Las observaciones que terminan de exponerse se aplicarán a este caso.

La reacción del ácido percrómico podrá ser omitida (si han sido correctamente ejecutadas las separaciones del insoluble de la disgregación y la extracción del cromato con acetato de etilo), y pasar directamente a la reacción de la difenilcarbazida, en el caso de ausencia de vanadio y molibdeno (o por lo menos, dentro de los límites que se indicarán al tratar esa reacción). En este caso se podrá emplear la solución preparada en la forma indicada para la reacción del percrómico. Pero, más simplemente, aunque empeorando un poco la sensibilidad (debido al mayor volumen de acetato de etilo), se podrá tratar el extracto, inmediatamente después de haberlo separado, por ca. la mitad de su volumen de agua, unas gotas de solución de ácido perclórico (4 M), gotas de solución alcohólica de fenol (10 %) (hasta reducción del bromo) y el reactivo. Un tercer procedimiento para esta situación (aconsejable si se teme una reducción del cromato contenido inicialmente extraído, o si se desea operar con la difenilcarbazida en presencia de menor volumen de solvente), consiste en agitar el acetato de etilo con 1-2 ml de agua, a la vez que se agregan gotas de solución de hidróxido sódico hasta decoloración del bromo libre. La fase acuosa alcalina se separa en seguida (para evitar que progrese el proceso de saponificación), se la somete a ebullición para eliminar restos del solvente, y a la ulterior oxidación completa con exceso de bromo y de álcali (color amarillo, debido al hipobromito), terminando en la acidificación, eliminación del bromo y aplicación del reactivo.

Identificación del cromo por la reacción de la difenilcarbazida. — Al acetato de etilo, separado de la reacción del ácido percrómico, se le agrega en seguida y a temperatura ambiente 1 a 2 ml de solución de ácido perclórico ca. 0,5 M y, 0,2 ml de solución de difenilcarbazida (0,5 %, en alcohol 96 %); dentro de algunos minutos (si no lo fué de inmediato), aparecerá el color rojo en el acetato de etilo, con un límite de perceptibilidad de 0,2 a 0,6 μg de cromo, referido a la muestra original (la cifra mayor corresponde a los casos de neto insoluble en la fusión, o presencia de exceso de molibdeno o vanadio). El acetato del testigo aparecerá débil amarillo; en muestras con exceso de molibdeno podrá aparecer un muy débil azulado o verdoso, que no impedirá obser-

var algún tono rojo debido al cromo (si existe); este tono, persistirá, si se agrega una gota de solución 0,05 M de ácido oxálico (si desaparece sería debido a molibdeno, en cantidad presente superior a lo que normalmente debía llegar aquí; un mayor agregado de oxálico atacará también apreciablemente al complejo del cromo). En presencia de vanadio, la fase acuosa presentará color amarillento parduzco, lo que significa una imperfecta separación previa en la reacción del ácido percrómico (en ese supuesto, el acetato de etilo puede presentar algún tono rojizo, no alterado por el ácido oxálico). En estos casos anormales se podrá confirmar el cromo (con empeoramiento de los límites de perceptibilidad), separando el acetato de etilo que contiene los complejos con la difenilcarbazida y sometiéndolo a destrucción nítrico-perclórica, para continuar con la oxidación por el hipobromito alcalino, eliminación del exceso de bromo y repetición de la reacción.

NOTAS. — La reacción de la difenilcarbazida acusa una sensibilidad de 0,01 µg para 1-2 ml de fase acuosa y 0,3 ml de acetato de etilo, en acidez perclórica 0,5 a 1 M, temperaturas de 15 a 30 °C (observando después de 2-3 min.). En ausencia del solvente orgánico se percibe 0,03 µg, y por otra parte, con un volumen de acetato de etilo de 3-4 ml se podrá percibir color con ca. 0,1 µg. La reacción permite bastante amplia elasticidad de condiciones sin alterar mayormente su comportamiento (*). Los ácidos perclórico, sulfúrico o nítrico (libre de compuestos nitrosos) se comportan análogamente; sin embargo, el primero tiene la ventaja de que, probablemente debido a una asociación molecular (y solvatación), aumenta considerablemente el coeficiente de extracción del complejo cromo(VI)-difenilcarbazida por el acetato de de etilo. Esta acción también se manifiesta si se opera en presencia de ácidos sulfúrico o clorhídrico y, después, se agrega el perclórico. Un exceso de este ácido aumenta la solubilidad del acetato de etilo en el líquido acuoso y puede llegar a formarse (máxime con el alcohol del reactivo), una sola fase; pero con sólo el agregado de más agua y, en todo caso, solvente orgánico, se normaliza el sistema. El butanol y el amílico (y hasta con algo mejor eficiencia que el éster), también extraen el complejo, pero no el éter (el primero de ellos, acusa mejor poder de extracción, en ausencia de perclórico; Cazeneuce (1 *b*) ha propuesto el alcohol amílico). Un gran exceso de la solución alcohólica de difenilcarbazida molesta un poco, en el sentido de que el débil color amarillo que produce el reactivo en el acetato de etilo conducirá, en

(*) Si la acidez perclórica es muy baja, el complejo cromato-difenilcarbazida pasa con menor eficiencia al acetato de etilo. Una acidez superior no influye acentuadamente sobre la sensibilidad (aunque intervendrá la tendencia a producirse una sola fase), y, en todo caso, asegura mayor especificidad.

presencia de una ínfima cantidad de cromo, a color con tono naranjado, en lugar de rojo. Ese mismo tono se producirá si hubiese un vestigio de bromo libre (producto de oxidación del reactivo); conviene así, cuando se aplica esta reacción directamente, sin previa etapa del percrómico, agitar primeramente el líquido acuoso con el acetato, a fin de comprobar que es incoloro. Si no fuese éste el caso, se puede anular el bromo por medio del fenol, que no modifica la sensibilidad (ni aun en exceso; pero con la posibilidad de que un mayor volumen agregado de su solución alcohólica, pueda conducir a un sistema monofasial). En general, conviene eliminar el bromo por simple ebullición, máxime considerando que rutenio y cerio (IV) dan reacción coloreada con el fenol (los complejos sílico y fosfowolfrámico dan color amarillo, que desaparece al agitar con acetato de etilo).

Altas concentraciones de cloruros, bromuros, sulfatos, nitratos, fosfatos, fluoruros no afectan apreciablemente. Yodo, bromato y nitrito dan color amarillo hasta naranjado; peróxido afecta la formación del complejo con cromo, pero, en el caso del procedimiento descripto, la mínima porción que puede pasar al acetato de etilo, en la reacción del percrómico, no modifica casi la sensibilidad.

La sensibilidad de esta reacción aplicada después de la extracción del cromato con 2 volúmenes de acetato de etilo, tratamiento oxidante subsiguiente del solvente, aplicación de la reacción del percromato y final agregado de la difenilcarbazida al último acetato de etilo (todo de acuerdo con el método descrito), llega a ca. 0,1 μg de cromo.

Pocos elementos dan reacción visible en medio ácido con la difenilcarbazida, mencionándose en la literatura, a mercurio (I y II), molibdeno (VI), vanadio (V), hierro (III) y cobre (II); a pH mayor otros también dan complejos coloreados, siendo algunos extraídos por solventes orgánicos (bencene, cloroformo, etc.). Amplios detalles pueden consultarse en la obra de Welcher (11).

En la forma en que se aplica el reactivo en el presente trabajo, las condiciones operatorias son algo distintas, respecto de las que aparecen publicadas; como lo es la acidez perclórica y el empleo del acetato de etilo como medio de extracción. En tal forma, y aparte de que el gran exceso de algunos iones afectan la sensibilidad respecto del cromato (posiblemente debido a la producción de complejos incoloros), deben señalarse las coloraciones obtenidas en el solvente orgánico, con molibdeno (rojo violado), vanadio (amarillo parduzco o naranjado rojizo parduzco, que atenúa rápidamente), cobre (amarillo a naranjado), cobalto y hierro (amarillos), oro (amarillento, con algo de insoluble en la interfase), osmio (rojo oscuro), iridio (rosáceo). Reacciones éstas producidas al estado de valencia que resulta de un tratamiento oxidante previo con hipobromito alcalino y operando con centenas de μg (y hasta 1-2 mg) de cada elemento. A la acidez perclórica mencionada en el método ya descripto, los demás elementos no dan color. Otros, que presentan color en la fase acuosa, no lo dan en el acetato (rutenio y rodio; los colores del hierro y cobalto son sólo parcialmente extraídos). Cobalto,

cobre, hierro y oro, dentro de unos 100 μg (a algo más), permiten reconocer décimas de μg de cromo presentes; pero, sin el testigo, a veces, la interpretación sería dudosa, aparte de que puede producirse atenuación del color (dentro del minuto) correspondiente al cromo y cambio de tono de los otros. En particular interesan el molibdeno y el vanadio: el primero puede dar un tono rojo oscuro, resultado del color de su complejo con la difenilcarbazida, con algo de « azul de molibdeno » (debido a la acción reductora de aquella); el azul persiste en parte en la fase acuosa. Hasta algo más de 100 μg no molestan (en todo caso si se produce una ínfima cantidad de azul, sólo aparecerá oscurecido el tono correspondiente al cromo). Si la acidez fuese clorhídrica, ya 20 μg dan color amarillo que, dentro de pocos minutos, pasa a naranjado.

En presencia de 2 mg de molibdeno (sometiendo la solución —con y sin cromo— a la oxidación con el hipobromito, luego acidificar con ácido perclórico, eliminar el bromo y terminar con la aplicación directa de la difenilcarbazida), se puede aun reconocer el cromo (0,2 a 0,3 μg) si el acetato de etilo que contiene el complejo con el cromo y algo de molibdeno (el testigo da color rojizo obscuro), se somete a un lavado con solución 0,5 M de ácido perclórico (lo que disminuye el color debido al « molibdeno-difenicarbazida », pero dejando el azul), y a continuación se agrega una gota de solución de ácido oxálico, Feigl ([3]), 0,05 N, el cual ataca todo el restante complejo de molibdeno, pero también dejando el azul (y con la posibilidad de que éste — y más por acción del tiempo o temperatura — pueda aumentar, pasando en parte a la fase acuosa) (*). Como inconvenientes pueden mencionarse: la posibilidad de que el azul llegue a cubrir o hacer poco perceptible el color rojo debido al cromo; además la inseguridad de la acción del ácido oxálico, en el sentido de que un mayor exceso ataca también perceptiblemente al complejo del cromo, empeorando netamente el límite de perceptibildad (igual situación se produciría si este complejante se agregase antes del reactivo y con la posibilidad también de aumentar el azul). Sin embargo, con un límite de perceptibilidad de 0,4-0,5 μg de cromo, puede aplicarse una final etapa de confirmación: el acetato de etilo que resulta de la última operación mencionada (**), se somete a evaporación y destrucción nítrico-perclórica y al residuo, después de oxidación con hipobromito, se le aplica de nuevo la reacción de la difenilcarbazida.

En el procedimiento aceptado finalmente, tal como ha sido descrito en el texto principal, no hay dificultades, debido a la etapa separativa del ácido percrómico. En todo caso, si se operase sobre una muestra con más de 15 mg de molibdeno sería recomendable, no precisamente, realizar la confirmación por medio de la indicada separación y tratamiento del acetato de etilo que

(*) El ion fosfórico disminuye la posibilidad de reacción del molibdeno, pero es ineficaz sobre el complejo ya formado.

(**) Convendrá que haya suficiente exceso de difenilcarbazida, a fin de que se asegure una proporción suficiente de cromo combinado, puesto que el exceso presente de molibdeno tiende a consumir el reactivo.

proviene de la reacción con la difenilcarbazida, sino someter el residuo perclórico del acetato de etilo que resultó de la primera extracción del cromato, a una extracción (previa reducción con sulfito y reoxidación con bromo, en medio ácido, lo que deja al cromo (III) con acetato de etilo en un ambiente de acidez clorhídrica 4 M. La fase acuosa, con poco molibdeno, queda en condiciones (después de evaporarla y de ser reoxidada en medio alcalino), de aplicársele la reacción percrómica y siguientes operaciones. En este procedimiento la pérdida de cromo por extracción previa del molibdeno es menor que la que se producirá debido a la incompleta recuperación en la reacción de la difenilcarbazida.

Respecto del vanadio, 50 µg ya producen algo de rojizo en el acetato de etilo que puede no desaparecer completamente después de unos instantes, o si se calienta a unos 70-90°C (el color correspondiente al cromo persiste); ni, si el acetato de etilo extraído, se lava con solución de ácido perclórico, y se le agrega ácidos oxálico o fosfórico. Con unos 20 µg no hay interferencia (acetato poco amarillento) aunque la fase acuosa presenta apreciable color amarillento algo parduzco.

En el extracto acetato de etilo, de una solución ácida (2 M, en ácido clorhídrico), correspondiente a unos 10 mg de vanadio pueden pasar hasta algo más de 100 µg, lo que significa que, si directamente se aplica la difenilcarbazida, se obtendrá, en ausencia de cromo, y después de calentar y lavar el correspondiente acetato de etilo, un débil rojizo o naranjado (fase acuosa netamente amarillenta parduzca); aunque, si la muestra contenía pocas décimas de µg de cromo, el color será apreciablemente más intenso, lo que demuestra, a pesar del exceso de vanadio, de que el compljo de cromo aun puede formarse. Este último hecho permite que, a continuación, se pueda extraer el acetato de etilo; y después de su destrucción, se repita la reacción con la difenilcarbazida. El resultado es aceptable, por cuanto el testigo sólo da color débil amarillento, mientras que con 0,6-0,8 µg de cromo, puede notarse un tono rojizo, correspondiendo a casi el límite de apreciación.

Pero, pasando por la etapa de la extracción del percrómico, tal como fué expuesto en el método propuesto, se obtiene directamente con la difenilcarbazida, sin tratamientos ulteriores, un testigo poco amarillento, y perceptible rojizo (hacia el naranjado) con 0,3 µg de cromo. Este límite podría ser algo mejor si no se produjese algo de reducción del vanadio en la primera extracción de la solución clorhídrica 2 M (la fase acuosa aparece ligeramente verdosa), lo cual, probablemente, induce algo el proceso de reducción del cromo.

Bibliografía

(1) Bishop, W. B. S., y Dwyer, F. P. — *Australian Chem. Ind.*, 2, 278 (1935). Ver Welcher (cita 11), II, 237.

(1a) Brookshier, R. K. y Freund, H. — *Analyt. Chem.*, 23, 1110 (1951).

(1b) Cazeneuve, P. — *J. Pharm. Chim.* (6), (12), 150 (1900); *Compt. Rend.*, 131, 346 (1900); *B. Soc. Ch. Fr.*, 23, 701 (1900).

(2) De Koninck, L. L. — « Traité de Chimie Analytique Minérale », II, 261 (1911).
(2a) Foster, M. D. — *U. S. Geological Survey Bull.*, 950, 15, (1946).
(3) Feigl, F. — « Qualitative Analysis by Spot Tests » (1946).
(4) Lapin, L. N. — *Z. Anal. Chem.*, 102, 418 (1935).
(5) Nieuwenburg, Böttger, Feigl, Komarovsky y Strafford. — « Tables of Reagents for Inorganic Analysis » (Primer Informe, Unión Internacional de Química, 1938).
(6) Nieuwenburg, Gillis y Wenger. — « Reactifs pour l'Analyse Qualitative Minérale » (Segundo Informe, Unión Iinternacional de Química, 1945).
(7) Rudisule, A. — « Nachweis, Bestimmung und Trennung der Chemischen Elemente ». V, 956 (1918).
(8) Troitskii, K. W. — *Zhur. Anal. Khim*, 9, 51 (1954). Según: *Chem. Ab.* (1954).
(9) Vanossi, R. — *Anales Asoc. Quím. Arg.*, 36, 155 (1948).
(10) Vanossi, R. — *Anales Asoc. Quím. Argentina*, 43, 151, (1955).
(11) Welcher, F. J. — « Organic Analytical Reagents », III (1947).
(12) Weinhardt, A. E. y Norman Hixon, A. — *Ind. Eng. Chem.* 43, 1676 (1951).

NECROLOGÍA

INGENIERO ENRIQUE M. HERMITTE
† 28 DE ENERO DE 1955

La muerte del ingeniero Enrique M. Hermitte ha significado una pérdida notoria para la obra científica argentina y para nuestra institución, que contábale entre sus socios desde muchos años atrás.

El profesor Hermitte formó su cultura intelectual en los viejos claustros de las universidades francesas; de allí trajo su diploma de ingeniero de minas, para comenzar en seguida en el país una labor de especialización, tan profícua y vasta como sostenida, para señalarse en la función pública, en la cátedra universitaria y en la alta jerarquía académica.

En el orden administrativo, el ingeniero Hermitte organizó y dirigió la Dirección General de Minas e Hidrología, dependiente del Ministerio de Agricultura, a la que dedicó sus más nobles afanes y aportó lo mejor de su inteligencia. La exploración y explotación mineras habían tenido hasta entonces muy escaso desarrollo; la República Argentina ignoraba su verdadera riqueza mineralógica, base hoy de una valiosa contribución a la economía nacional y el técnico especialista que abordó ese oscuro problema supo darle tal impulso, con su asiduidad en la tarea y con la perseverancia en la acción, que despejó el horizonte de esa forma de la vida nacional para mostrar los variados recursos de una explotación que paulatinamente fué creciendo en intensidad y en extensión, señalando los rumbos más certeros desde los momentos iniciales. Y hoy, que tanto ha entrado en el comentario público lo que significa el petróleo argentino y su más adecuado aprovechamiento, es el momento de recordar lo que en todo ello se debe al ingeniero Hermitte cuando, cincuenta años atrás, se descubre la existencia del valioso combustible y hay que organizarlo todo, de manera improvisada, para utilizar tan magnífico aporte de la naturaleza a la

riqueza nacional. Con desconfianza sobre el futuro de tal aprovechamiento, sin conocimiento concreto de la extensión, profundidad y difusión de los yacimientos, sin personal idóneo ni técnicas mecánicas apropiadas para la extracción — tratábase de un renglón enteramente nuevo en la economía argentina — el ingeniero Hermitte afrontó la tarea en circunstancias muy poco favorables y no fueron escasamente discutidas sus ideas al respecto, pero menester es reconocer ahora los jalones que él plantó, en la lejana época de los comienzos vacilantes, en la gran organización que en la actualidad ha llegado a representar lo que traduce las difundidas siglas Y.P.F. Yo conservo en mi recuerdo una satisfacción espiritual que me fué dado proporcionarle por aquellos alejados días del año del Centenario. Celebrábase en Buenos Aires, por iniciativa de la *Sociedad Científica Argentina,* el Congreso Científico Sudamericano de 1910 y en una Sección Petróleo que el ingeniero Hermitte presidía, suscitó una discusión el tema relacionado con la obtención y utilización del valioso combustible, que comenzaba a ser aprovechado entre nosotros — han transcurrido 45 años desde entonces ... — ; al término de esas exposiciones, con enfoques distintos y opiniones encontradas, hice fundadamente la moción de tributar un voto de aplauso al reputado profesional por su desempeño en la tarea que con relación al petróleo realizaba desde la Dirección General de Minas y la idea mereció la cálida acogida y sanción unánime: era una compensación moral para sus desvelos e inquietudes, al margen de cualquier disidencia respecto de las normas puestas en práctica en el planteo y desarrollo del importante problema abordado.

Durante muchos años en la Facultad de Agronomía y Veterinaria, y por un período menor en la Facultad de Ciencias donde sucedió al ingeniero Eduardo Aguirre, tuvo a su cargo la enseñanza de la mineralogía, en el carácter de profesor titular. La cátedra, como la función oficial en la administración pública, eran para él motivo de una constante preocupación y fueron proverbiales su puntualidad y rigurosa asistencia: jamás llegaba tarde y sus alumnos no podían darse el gusto de que en alguna hora del año faltase su profesor para ese placer sencillo de proporcionarse un solaz dentro del horario de estudios fijado por la Facultad.

Su ingreso como miembro de número a la Academia Nacional

de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales marcó para él una designación bien merecida y en el seno de ese alto cuerpo, en más de una ocasión, se ocupó de estudios vinculados a la mineralogía, explotación petrolífera y yacimientos de carbón. Un día, en el goce de su retiro por jubilación y afectado por síntomas de enfermedad, se consideró incapacitado para continuar en la Academia y presentó su renuncia. Inútiles fueron las gestiones para disuadirle de esa determinación, pues que siempre resultaba ventajosa su permanencia en la docta corporación; su firme resolución debió ser aceptada y entonces, los que fuimos sus compañeros acordamos, por unanimidad, otorgarle la máxima distinción al nombrarle académico honorario y quiso el destino que hallándose provisionalmente en ejercicio de la presidencia de la Academia quien escribe esta nota recordatoria, tuviera el honor de poner en sus manos, en sesión pública, el diploma que le acreditaba en tan elevada dignidad personal.

La *Sociedad Científica Argentina* deja registrada así, de modo perdurable, en las páginas de sus Anales, la evocación de una vida ennoblecida por el trabajo y favorecedora de la cultura del país, rindiendo con ello un sentido homenaje a la memoria del malogrado ingeniero Hermitte.

A. SÁNCHEZ DÍAZ.

ARQUITECTO EDUARDO CARRIZO VITA
† 15 DE AGOSTO DE 1955

En la cátedra, en la función pública, en el campo profesional, el arquitecto Eduardo Carrizo Vita, destacado asociado de nuestra Sección San Juan desaparecido recientemente, desplegó relevante actividad. Fué profesor de diversas materias en la Escuela Hogar Agrícola General San Martín, en la Escuela de Minas, en la Escuela de Minas e Industrial, todas instituciones ubicadas en la ciudad de San Juan; desde 1942 hasta su fallecimiento fué profesor titular de Arquitectura de la Universidad Nacional de Cuyo.

Durante una década fué director de Obras Públicas de la Municipalidad de San Juan, y alternó sus tareas docentes con la preparación de trabajos profesionales —que en algunas oportuni-

dades fueron motivo de honrosas distinciones en concursos públicos — y con actuaciones en congresos y comisiones técnicas, llevando a ellos a menudo la representación de elevados organismos oficiales. Ante la temprana desaparición del arquitecto Carrizo Vita, agregamos nuestra pena a la muy profunda que agobia a nuestros consocios de San Juan.

BIBLIOGRAFÍA

STEPHENS, C. G. *Soil Surveys for Land Development.* Editor, Food and Agricultural Studies Nº 20, 1 vol. XII + 110 págs., profusam. ilustrado. Roma, Italia, marzo de 1953. Precio U$S 1.00.

El destacado geógrafo-edafólogo australiano C. G. Stephens, director del Levantamiento Edafológico de Australia del Sur, ha tenido a su cargo la preparación de esta excelente y útil monografía en la que colaboraron veinte especialistas internacionales.

La inquietante perspectiva de un mundo superpoblado y subalimentado viene destacando la importancia de poner en práctica los métodos científicos más modernos para conseguir el máximo provecho de los recursos edáficos e hidrológicos, atendiendo a prácticas que permitan también conservarlos para la posteridad. Dando base a dichos métodos se sitúa el conocimiento preciso de la extensión geográfica y de la ubicación de los diferentes suelos. Sobre cómo y para qué se debe elaborar este conocimiento trata la publicación que comentamos, sin pretender convertirse en un manual sobre el procedimiento técnico a seguirse para relevar suelos. La misma — así se sostiene en el prólogo —, se propone llegar a los poderes públicos y funcionarios competentes en el asunto para destacar la trascendencia de aplicar los modernos métodos modernos de clasificación y cartografía de los suelos, tratando de estimular estas disciplinas que ya han tomado desarrollo en numerosos países donde los relevamientos de suelos se utilizan ampliamente en la actualidad para promover un aumento de la eficiencia agrícola y silvícola, el desarrollo de nuevas tierras para la producción de alimentos y otros productos primarios y, además, en campos pertenecientes a la ingeniería.

La monografía trata los siguientes puntos: *a*) Propósitos y usos de la clasificación y cartografía de los suelos; *b*) Las técnicas del levantamiento y de la cartografía de los suelos; *c*) La memoria descriptiva correspondiente; *d*) La clasificación de los suelos; *e*) La organización oficial de la tarea de clasificación y cartografiar los suelos; *f*) Sugestiones y recomendaciones y *g*) Literatura citada.

Son particularmente valiosos y precisos los capítulos sobre los propósitos

y usos de la clasificación y cartografía de los suelos y los referentes a la organización oficial de la tarea de clasificar y cartografiar los suelos, y el de sugestiones y recomendaciones.

Constituye esta monografía un interesante aporte a la bibliografía escasa existente sobre el tema, resultando de especial valor para nuestro medio donde, sin duda, en los próximos años la incipiente labor de clasificación y cartografía de los suelos iniciada hace muy pocos años se intensificará y será necesario atender a un mayor adiestramiento de los ingenieros agrónomos en dicha especialización, en cuyas manos deberá estar el cultivo de estas disciplinas, para su participación en planes de tanta importancia práctica como los mencionados.

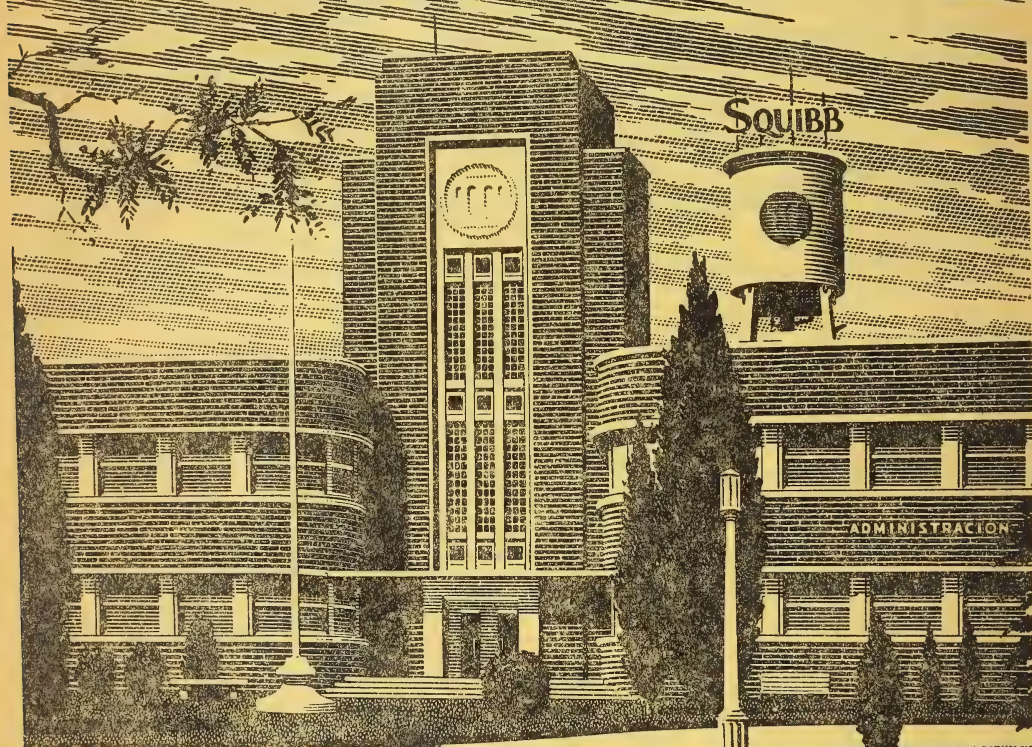
La obrita se destaca por su pulcra presentación, característica de las publicaciones de la misma serie, y se halla acertadamente ilustrada.

E. I. C.



Viaje contento...
viaje con Esso




SQUIBB
ADMINISTRACION

ANALES

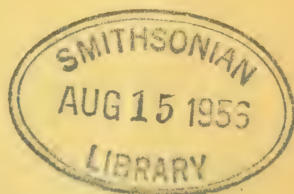
DE LA

SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA

DIRECTOR: ALBERTO G. URCELAY

OCTUBRE-DICIEMBRE 1955 — ENTREGAS IV, V y VI — TOMO CLX

SUMARIO



BUENOS AIRES
AVDA. SANTA FE 1145

1955

ADVERTENCIA. — Los colaboradores de los Anales son personalmente responsables de la tesis sustentada en sus escritos. Tienen derecho a la corrección de dos pruebas. Los que deseen tirada aparte de 50 ejemplares de sus artículos, deben solicitarla por escrito. Artº 10 del Reglamento de los "ANALES" (modificado por la J. D. en su sesión de fecha 4 de septiembre 1941). Los escritos originales destinados a la Dirección de los "Anales", serán remitidos a la Gerencia de la Sociedad, avenida Santa Fe 1145, a los efectos de registrar la fecha de entrega para luego enviarlos al señor Director. La Sociedad no tomará en consideración las observaciones de los autores que se refieran a cualquier anormalidad, si no se ha cumplido con el requisito indicado.

Impreso en los Talleres Gráficos "TOMAS PALUMBO" - La Madrid 311-325 - Buenos Aires

FLORENTINO AMEGHINO Y LA CIENCIA NACIONAL

POR

N. BESIO MORENO

I

LOS PRIMEROS ESTUDIOS DEL SUELO, CIELO Y MAR ARGENTINOS (1515 - 1830)

El extendido y próvido solar que ocupa hoy la República Argentina, hallábase casi completamente despoblado al acercarse a este nuevo mundo la carabela audaz que conducía el deliberado denuedo de Cristóbal Colón; algunas tribus nómadas en las dilatadas llanuras boscosas o libres: matacos, mataguayos, chiriguanos, chorotes, guaycurúes, abispones, tobas y mocobíes; más al sur timbúes, corondas, mocoretás, chanás y charrúas, minuanes, guaraníes; aquí en esta zona dorada que sonríe en el Plata, paseaban o pasaban los querandíes, puelches y más al oeste, huarpes y araucanos; en la patagonia helada y en el helado peñón del fuego: tehuelches, patagones y onas, los yaganas. Las tribus sedentarias ya con algunos vestigios de civilización moraban en las quebradas y peñas calchaquíes prolongándose hasta Mendoza: la vasta familia de los diaguitas. En tres millones de km^2, no habitaban más de 300.000 precolombianos.

El suelo argentino no había sido explorado ni el mar argentino navegado, ni el cielo argentino considerado, al nacer el siglo XVI, esto es, al iniciarse la invasión española.

A. Descubridores (1515-1650). — Cuatro corrientes vinieron a internarse en el suelo argentino, para su descubrimiento: Del Noroeste, procedente del Perú; del mar Atlántico, directamente de España por el Plata; del Oeste, por Chile los altos Andes; y del golfo atlántico de Santa Catalina, al través del Iguazú y Paraná

superior. Una corriente marina, venía a descubrir el Atlántico meridional, precedida por Vespucio.

Así llegó Solís en 1515 y poco después Magallanes que traía a Pigafeta; así vinieron Caboto, García y la gran expedición de Mendoza, fundador de Buenos Aires, que nos dejó a Utz Schmidl por tantos años, y Juan Garay. Las actividades descubridoras, dieron motivo a los cantores del tiempo Barco Centenera y Ruy Díaz Guzmán, cuyas dos epopeyas « Argentina », debieran estar más altas en el recuerdo de los días actuales.

Entre 1515 y 1650 se llegó a descubrir totalmente el suelo argentino y su mar.

El Atlántico sur fué recorrido después de Magallanes por numerosos periplos y travesías que entrecruzaron la planicie marina que va de Buenos Aires al Cabo y de éste al azaroso rincón oriental fueguino. En 1650 esa gran superficie aparecía conocida.

B. Exploradores (1650-1770). — Los exploradores europeos, por tierra y mar, cumplieron una labor heroica, inmensa y apasionada; el siglo largo que va desde 1650 hasta la creación del virreinato y hasta la expulsión de los jesuítas por Carlos III. Fué en tierra el período jesuítico en que culminaron espíritus que llegaron a pasar 20 y más años entre las naciones indígenas del territorio. Se hicieron así famosos y respetables por sus trabajos, Azcárate y del Techo, los hermanos de la Compañía Sepp y Behme, los padres Lozano, magistral; Montenegro, botánico; Machoni y Guevara; el infatigable y profundo Sánchez Labrador; el famoso y esforzado Falkner, Petrarca, Asperger, y el gran etnógrafo Dobrizh-Hofer; los padres Quiroga y Cardiel, que dejaron trabajos inapreciables, y Concoloncorvo.

En los sectores marítimos, los exploradores fijan y determinan costas y riscos: Frezier, el almirante Byron, el almirante Anson en su gran crucero y el no menor de Pizarro.

C. Investigadores (1770-1830). — Expulsos los jesuítas llegaron para continuar sus esfuerzos, los comisarios y expertos de las comisiones demarcadoras de límites, en este suelo, de las colonias de España y Portugal; hombres firmes y aguerridos entre los cuales se encontraban figuras eminentes, a las que se agregaron espíritus

de fama mundial. Eran Aguirre y Alvear, Cerviño e Inciarte Sourryère de Souillac, Alsina. Pero por sobre todo aquellos cuatro grandes príncipes del saber que todos los naturalistas recuerdan sin cesar: Azara, Bonpland, D'Orbigny y Darwin que aquí encontraron el material orgánico para su labor imperecedera, original e imborrable.

Tanto como ellos en tierra, desarrollaron su inmensa obra en el océano, otros cuatro príncipes de innumerable categoría: fueron la expedición náutica de Bougainville y sus sabios, Cook y los suyos, Mallaspina con su gente y el gran experto Fitz Roy, quien trajo a Darwin.

II

LOS IMPULSOS DE BELGRANO, RIVADAVIA, J. M. GUTIERREZ Y SARMIENTO (1800 - 1870)

La obra de los criollos, hijos de europeos nacidos en el Plata, no se había visto, hasta 1800 fuera de los casos aislados de Ruy Díaz Guzmán, Centenera, Buenaventura Suárez, astrónomo porfiado y seguro, y algún otro tímido estudioso.

Pero un día Manuel Belgrano salió adolescente de Buenos Aires y llegó a España cuando ardía en los Pirineos el fragor de la revolución francesa. Volvió a Buenos Aires graduado en leyes y el 15 de junio de 1795 se escuchó en el Plata la primer conferencia pública, el primer sermón laico, el primer adoctrinamiento social. Fué el primer soplo de enseñanza y el primer estremecimiento de Buenos Aires en medio de su largo y pesado sopor colonial, que el espíritu nuevo de Manuel Belgrano ofrecía en su afán de transformar a Buenos Aires en una escuela y al país en un mundo progresivo.

Ese mundo nuevo estaba creado. Catorce lecciones y numerosos discursos ofreciéronse así en Buenos Aires, por primera vez.

En 1799, noviembre, dos escuelas de altos estudios comenzaron a funcionar a pesar de la corte española, una de arte bello. Las invasiones inglesas y aquella corte las cerraron, pero Belgrano las reabre en 1806, 1810, 1813, 1816, hasta que empalman en la Universidad de la emancipación en 1821, año en que fallece Belgrano, cuya labor había recibido el flujo ardoroso de Mariano Moreno. Pero muerto Belgrano, Bernardino Rivadavia estaba de pie.

¡Qué magnífica floración! Si Belgrano era el primer brote primaveral, Rivadavia era la primavera misma, en un prado de inigualable frescura; como si dijéramos la primavera en el corazón inefable de la zona templada. Viene la universidad de la emancipación y el imperioso magistrado trae al país aquellos sabios famosos: Bevans, Carlos Enrique Pellegrini, célebres ingenieros; aquellos físicos de fama mundial: Mossoti y Carta Moilna. Es la época en que llegan Parish, de Moussy y otros.

Y le sucede el momento en que la tempestad de la tiranía, apaga, por muy pocos lustros en verdad, todo germen de saber.

Era la conocida mano helada del rebrotado despotismo.

Pero en seguida, después de 1852, nos vienen mensajeros poderosos: du Gratry, Mantegazza, Napp, Burmeister. Es la hora de los grandes gobernantes ilustrados: Urquiza, Derqui, Mitre, Sarmiento.

Restaurada en el mismo febrero de 1852 la Universidad porteña, que pasa a ser con la de Córdoba, la universidad de la organización nacional, desde ella Juan María Gutiérrez, señala el camino que ha de conducir a la ciencia de los argentinos o conducir a los nativos a incorporarse al combate científico. Gutiérrez llama a los sabios Roseti, Strobel, Ramorino, Speluzzi, para fundar en la Universidad el Departamento de ciencias exactas que iba a comprender la matemática, la física, la química, la ingeniería, las ciencias naturales. Estamos en 1865; la ciudad de La Plata no existía, pero Florentino Ameghino y Estanislao Zeballos tenían once años, once años avisores para cuanta novedad apareciera en el horizonte.

Esta novedad la dió Strobel, quien con sus primeros alumnos realizó una excursión de naturalista por las serranías del sur. Gran revuelo causó esta exploración de estudio en el grupo de estudiosos y ocupó todas las conversaciones.

En tanto en 1868 llegaba a la presidencia de la República el poderoso ariete que fué Domingo Faustino Sarmiento, quien traía en su carpeta el lábaro de la instrucción pública y con ella el desenvolvimiento de las ciencias y de toda clase de saber. Propone al parlamento nacional —que la sanciona el 4 setiembre 1869— una ley, por la cual se contratarían en Europa hasta 20 profesores

e investigadores en el campo de la ciencia y para la Universidad nacional de Córdoba casi exclusivamente. No llegaron 20, pero sí seis: Siewert, Lorentz, Stelzner, Weyembergh, Sellok y Vogler, con quienes se fundó el 3 mayo 1873 la Academia de ciencias de Córdoba, que presidió Burmeister.

Florentino Ameghino y Estanislao Zeballos, de 19 años, estaban trabajando en exploraciones científicas del suelo argentino. Ya en 1866 habían comenzado sus correrías paleontológicas, el uno dirigido por sus lecturas de Lyell y Burmeister, y el otro por las lecciones de Strobel.

III

NACIMIENTO DE LA CIENCIA DE LOS ARGENTINOS (1870 - 1875)

Correrías de adolescentes, pero de la primera adolescencia que los llevan a visitar yacimientos de gran interés y por nadie descritos aún. Recogen y acumulan materiales, el uno en Luján, el otro en Campana. No se conocen, nunca se han visto, pero en tanto que Ameghino ya a los 18 años reflexiona sobre sus lecturas y sobre los tesoros que tiene recogidos, Zeballos ha ingresado a la Facultad que constituye el Departamento de ciencias exactas.

Zeballos se encuentra allí con un grupo de condiscípulos, casi todos mayores que él, pero por sólo meses o muy pocos años: Valiente, Noailles, Dillon, Barabino.

Según unos a Zeballos, según otros a Valiente, se le ocurre fundar una Academia científica. El Ing. Luis A. Huergo y el maestro Roseti, los apoyan con entusiasmo y allá van todos, menos Roseti, a visitar a Burmeister, quien airado, desaprueba la iniciativa juvenil, como una insensata aventura de niños impertinentes. Los niños no se arredran y la Asociación se funda con el nombre de Sociedad Científica Argentina, luego benemérita institución, como no la hay parecida en la América austral, que, hace precisamente pocos meses ha cumplido 82 años de existencia y que ha publicado además de otras cosas, más de 150 volúmenes de sus « Anales ». Zeballos preparó las primeras « Bases y estatutos » de la Sociedad.

Contemporáneamente, Zeballos inició la publicación, en 1874, de la revista científica de su creación « Anales científicos argentinos », de los que aparecieron dos números poblados de material científico

novedoso. No se publicaron más números porque esta Revista fué entregada a la Sociedad científica argentina, la que la continuó con el nombre de Anales de la Sociedad científica argentina que se prolonga aún, publicándose, animosamente, desde ese año según hemos dicho.

Ameghino (de 1854) era el más joven del grupo de sabios de la época. Huergo (de 1937), Encina del 38, Lavalle del 41, Villanueva del 42, Coquet Jorge del 44, como White, Cassafousth del 45, Pirovano del 47, Silveyra del 49, lo mismo que Brian, Balbín del 51, Holmberg y Francisco Moreno del 52.

Esta fué la gran generación de los estudios científicos de especialistas argentinos, pero los dos más jóvenes Zeballos y Ameghino, se les adelantaron en la producción científica, pues fueron de una precocidad tan extraordinaria como es difícil hallar similares en la historia.

Hacia 1872, esto es, a los 18 años, ya se hablaba de ellos en el campo del saber y siguieron produciendo con gran fecundidad hasta que se le incorporaron los demás de su generación, que he citado. Así nace la escuela de los sabios argentinos en las ramas matemática, astronomía, física, química y ciencias naturales y biológicas, que todavía hoy, 80 años después sigue floreciendo con esplendor.

No había ocurrido lo mismo con aquellos grandes precursores nativos: Argerich de 1758; Muñiz de 1795; Rawson y Mitre de 1821, los que no habrían formado escuela propiamente dicha.

IV

EL ESPLENDOR DEL SABER (DESDE 1872)

Es la hora del esplendor del saber y aquí, Ameghino brilla, desde 1872 a 1911, con inigualada magistratura.

El tercer volumen de las « Acta » de la Academia de ciencias de Córdoba alberga su sorprendente trabajo paleontológico « Mamíferos fósiles de la República Argentina » que ya lo llenó de gloria a los 24 años de edad.

No es necesario enumerar todas las investigaciones de Ameghino con quien luego colaboró su hermano Carlos, pues bien se conocen y han sido ampliamente publicadas. Ellas abarcaban: paleontolo-

gía, geología, estratigrafía, etnografía, arqueología, en cuya senda lo siguió su sabio e inolvidable discípulo, Lucas Kraglievich, que tanto veneramos.

Pero parece conveniente detenerse un minuto sobre esas dos grandes hipótesis, que son el estudio de los « Homínidos » : « Homo pampœus », « Homo primigenius », « Homo neogœus » y « Pitecantropus erectus » forman el gran cuadro de la paleontropología argentina : « Le diprothomo platensis, un precursor de l'homme du pliocène inferieur de Buenos Aires » y « El tetraprothomo argentino, un precursor del hombre del mioceno superior de Monte hermoso ».

Del mismo modo que no se creyó a Copérnico cuando formuló su sistema del mundo, o a Galileo cuando dejó caer la piedra desde lo alto de la bella torre inclinada, o a Einstein cuando sentó las bases de la relatividad generalizada, o a Pasteur cuando provocó hace un siglo, su alta revolución benéfica para el hombre; así tampoco se creyó ni se quiso creer a Florentino Ameghino cuando construyó sus teorías fundamentales y presentó sus doctrinas memorables.

Empero el hombre primitivo, el protohombre y sus precursores, están allí con sus restos paleontológicos y sus dibujos intencionales, en las capas superiores de la era terciaria y no sólo en la cuaternaria.

No por no haberse encontrado aún al tercer precursor, triprothomo, hemos de negar la existencia de los otros dos, pues paleontológicamente hablando, el territorio argentino y sus aledaños apenas han sido estudiados en profundidad.

V

LA OBRA DE AMEGHINO (1872 - 1911)

La obra de Ameghino, además de su valor de exploraciones, descubrimientos, teorías y doctrinas, que sería bastante para cubrir el esfuerzo de muchos estudiosos, tiene otros aspectos de inmensa gravitación. Es la obra del docente en la cátedra, su obra adoctrinadora ante sus colegas en los congresos y certámenes, su obra directiva en los Museos de ciencias naturales de La Plata y Buenos Aires. Su obra dialéctica; su obra de escritor: su obra de

creación; su contribución en revistas, actas, anales, etc.; su obra de conferenciante. Es preciso, pues, ver en él:

Al explorador.
Al investigador.
Al descubridor.
Al innovador.
Al maestro.
Al organizador.
Al polígrafo.
Al congresista y académico.

Con tamañas facetas se construye esta gema sorprendente, que es la alta medida del espíritu nuevo argentino, ya maduro al nacer el siglo XX.

Ví por primera vez a Ameghino, en Congresos científicos, cuando yo era todavía un adolescente. En el primer Congreso científico latino americano de Buenos Aires de 1898 y en el Congreso internacional de americanistas que le siguió de poco, y allí, grupos de sabios consagrados, profesores universitarios, y respetables estudiosos lo escuchaban como se escucha al maestro. En 1908 concurrimos juntos al IV Congreso científico americano de Santiago de Chile, acompañando a Holmberg, Huergo, Lafone Quevedo, Agustín Alvarez, Hicken, Outes, Candioti, Mercau y otros más y allí se levantó su voz con tanta autoridad que todos le reverenciaban. Ya desde entonces mi vinculación con él no se desató y continué luego devoto a su amistad que más tarde había de intensificarse, pues a mediados de 1909 se resolvió organizar el Congreso científico internacional americano del centenario, en Buenos Aires, obra preclara de la Sociedad científica argentina. Eran presidentes de Sección de este Congreso, los siguientes sabios: Huergo, Ameghino, Zeballos, Castro, Francisco Moreno, Ricchieri, García Mansilla, Quiroga, Aguirre, Candioti, Gallardo, Piñero, Arata, Barabino. Actuaba yo, con Marcó del Pont, como secretario general, entre tantos maestros insignes.

Las teorías cosmogónicas habrán avanzado; las doctrinas paleoantropológicas habrán evolucionado; la ciencia abandonará sus grandes hipótesis para iluminar con otras más perfectas las que

ayer sustentó; la mente humana ya no está hoy donde estaba ayer; la esperanza del genio es abrir siempre nuevos portales. Todo ello no es otra cosa que el sublime espectáculo del tiempo, alimentado por el afán progresivo y la constante aspiración e inspiración de avanzar sin término: hoy más que ayer, mañana más que hoy. El universo en reposo dejaría de existir; la noble materia despojada de su movimiento perecería en el luctuoso seno de la nada. Todo cambia y se transforma. Pero el eslabón que ha permitido saltar de un pasado a un futuro, ese es el impulso generoso que crea el escalamiento y conquista que no tienen fin ni próximo ni remoto.

Florentino Ameghino podrá ser combatido por los impíos, pero él quedará inconmovible por las décadas y centurias, como un gran eslabón en la ciencia de su especialidad.

VI

FLORENTINO AMEGHINO Y LA SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA

El primer contacto de Ameghino con la Sociedad Científica fué en verdad poco feliz, mientras los subsiguientes y los últimos fueron gloriosos.

En el año 1875, cuando la Sociedad tenía tres años y Ameghino 21, éste envió a la Sociedad un trabajo sobre el « hombre fósil en la Argentina » para ser publicado en los « Anales » de la Sociedad, que iniciaban su aparición. La edad del autor y la absoluta novedad del tema, indujeron a la Sociedad a designar una comisión de especialistas para que juzgara los méritos del trabajo. Formaban esta Comisión el sabio botánico Carlos Berg y dos jovencitos que habían después de brillar en sus respectivas especialidades: Pedro N. Arata y Francisco P. Moreno.

Pero antes de esto, en el Concurso-Exposición de 1875, organizado por la misma Sociedad, Ameghino había remitido « Siete cajas con fósiles », lo que le mereció una « mención honorífica » que le entregó el presidente de la Sociedad, con estas palabras: « Cerraré este acto, entregándoos, señor, este diploma por vuestra contracción, anhelo en la investigación de los secretos de la ciencia paleontológica y recibidlo como un estímulo poderoso para continuar con esas investigaciones ».

Esa «mención honorífica» le fué otorgada el día 15 de noviembre de 1875.

En la Exposición concurso de 1876, también organizada por la Sociedad, Ameghino presentó dos memorias bajo el lema « *Estudioso* » dos de ellas y sin lema la tercera. Si bien no se pudo entonces conocer el nombre del « *Estudioso* », sabemos hoy que como el « sin lema », pertenecían a F. Ameghino. Las dos fueron rechazadas por la comisión Berg, Arata, F. P. Moreno, porque eran revolucionarias (Tomo 2º de los libros de Archivos de la Sociedad, año 1876). Uno de estos temas era « El hombre cuaternario argentino » y el estudio comprendía cuatro partes: ideas generales sobre geología; la formación pampeana, cronología paleontológica, antigüedad de la formación pampeana. Decía la comisión con gran ingenuidad: « el autor da como un hecho la existencia del hombre fósil en la pampa, cuestión aún no resuelta por ningún observador concienzudo ». No se podía, pues, avanzar un paso sobre lo que afirmaban los observadores concienzudos precedentes.

Esta primer memoria se titulaba así: « Ensayo de un estudio de los terrenos de transporte cuaternarios de la provincia de Buenos Aires ».

La segunda memoria rezaba: « Estudio geológico sobre la provincia de Buenos Aires ». La comisión decía al respecto: « el asunto no ha sido tratado con la amplitud y la profundidad que exige el tema propuesto ». Y esto decíase en 1876 cuando apenas se conocía la formación pampeana que después examinaron, geológica, estratigráfica y paleontológicamente, innumerables especialistas que han formulado las más variadas opiniones, fórmulas e hipótesis sobre la cuestión.

No piensa la posteridad como pensó entonces la comisión.

Lo cierto es que, luego, Florentino Ameghino dió motivo a que los Anales de la Sociedad se ocuparan de su nombre. Así ocurre en los volúmenes de los « Anales »: XXX; XXXII; XXXVIII en tres oportunidades; los tomos L en tres lugares; XLVII; XLIX; LI dos veces; LII dos veces; LIV; LVI; LVII; LXII; LXXV, dos veces; CVIII; CIX; CXIV.

Queremos citar en particular los siguientes:

XLIX. « Mamíferos diprotodontes en el Paraná ».

L a LIV. Formaciones sedimentarias de la Patagonia.

LIX. Reemplazamiento de un nombre genérico.

LXII. Mi credo. La famosa doctrina de su espíritu.

LXII. Ameghino, por S. E. Barabino.

LXII. Conferencia en la Sociedad.

LXII. Ameghino, necrología por S. E. Barabino.

LXXIV. Ameghino. Elogio por Ricardo Rojas.

LXXVI. Ameghino, por Carlos Ibarguren.

LXXII. Ameghino, por S. E. Barabino.

LXXVI. Homenaje público a Ameghino por la Sociedad Científica.

LXXXI. Comisión de homenaje a Ameghino designada por la Sociedad Científica Argentina.

LXXXVIII. Ameghino íntimo, por Carlos Spegazzini; y muchos más en los volúmenes de los Anales posteriores a 1920. Entre otros será preciso citar el admirable « Elogio » de Leopoldo Lugones, los trabajos de Angel Cabrera, Carlos Marelli, José Ingenieros, J. W. Gez, Kraglievich, Von Hiering, Roth, Outes, Frengüelli, Márquez Miranda, Leanza, Mercante, Senet, Pettoruti, Mitre y Sarmiento.

En el Boletín de la Academia Nacional de Ciencias Exactas de Córdoba, se anotan trabajos de Ameghino en 16 oportunidades y en el volumen VI de las Acta de la misma Academia. Otras numerosas series se han publicado en los Anales del Museo Nacional de Ciencias Naturales de Buenos Aires, en la Revista del Museo de La Plata, en el Boletín del Instituto Geográfico Argentino y en muchas otras revistas argentinas y europeas.

En 1906, la Sociedad Científica Argentina le otorgó el título de « socio honorario » distinción que discierne a muy pocos científicos — actualmente son 27 entre fallecidos y vivos y allí figuran Carlos Darwin, Alberto Einstein, Bernardo Houssay, César Lombroso, Carlos Spegazzini, W. Nernst, Guillermo Marconi, Enrique Ferri.

Cuando la Sociedad Científica abandonó el viejo local de la calle Cevallos 269 para ocupar su palacio actual de la avenida Santa Fe, dió á su gran salón de actos el nombre de Ameghino e impuso en su muro principal el notable óleo del sabio, ejecutado por el pintor de Servi.

Fallecido el sabio paleontólogo, y siendo yo, ya, decano de la Facultad de Ciencias Físicas, Matemáticas y Astronómicas y presidente de la Sociedad Científica Argentina, tuvimos varias reuniones con Zeballos: Santiago Barabino — en su gigantesca biblioteca de la calle Libertad —; con Joaquín V. González en su también gigantesca biblioteca de la calle Victoria — hoy Hipólito Irigoyen —; con Agustín Alvarez en aquel hogar milagroso de la calle Venezuela; con Angel Gallardo, en sus aulas de la Facultad; y con Leopoldo Lugones, el alado poeta, para honrar la memoria del gran paleontólogo desaparecido. Y numerosos jóvenes que ya se destacaban en las salas científicas de Buenos Aires, fueron a llevar por el país la voz emocionada y justiciera de la Sociedad científica argentina, que presentaba a la consideración del pueblo la magnitud exacta de su estatura, el contenido dilatado de sus doctrinas, los inmensos resultados de sus exploraciones y la abundancia del material paleográfico, reunido por Florentino Ameghino. Los estandartes de esta gran misión fueron Santiago Barabino y Vicente Castro, que, con el grupo de jóvenes, llevamos en 18 ciudades argentinas el nombre de Ameghino, lo que ocurrió el año 1913.

ACERCA DEL PLESIOSAURIO «PURRANISAURUS» DEL JURASICO DE MENDOZA

POR

CARLOS RUSCONI

El interesante cráneo de reptir marino vinculado al grupo de los plesiosaurios (*Purranisaurus potens* Rusc.) fué recordado brevemente por mí en varias publicaciones ([1], [2]) y poco después lo hice en un trabajo más detallado ([3]).

Dichos restos fueron descubiertos por el suscripto en rocas del Jurásico medio de una región del Cajón del Río Grande, Sudoeste de Malalhue, sobre la margen izquierda del arroyo del Cajón del Río Grande, a 2 kilómetros al Oeste de las fuentes de aguas termales, y a pocos kilómetros al Este del cerro Campanario. Este último no sólo sirve de límite entre el territorio argentino y el chileno, sino que hay allí pasos naturales que conducen hacia la gran laguna del Maule en territorio del vecino país.

En el yacimiento fosilífero en cuestión he obtenido también porciones mandibulares de un ictiosaurio (*Ichthyosaurus inexpectatus* Rusc.) ([4]); varias escamas de peces ganoides (*Platysomus cajonensis* Rusc.), todas mezcladas entre sí.

La región señalada es casi completamente virgen, puesto que en otros parajes cercanos y en terrenos también del Jurásico hemos reunido con el profesor Tellechea numerosos especímenes de una pequeña langosta marina (*Pehuenchia Tellecheai* Rusc. y *P. magna* Rusc.) más numerosos amonitas, pelecípodos y otros organismos hallados por vez primera en dichos parajes.

(1) C. Rusconi, *Nuevo plesiosaurio,* pez, etc.
(2) C. Rusconi, *Los Plesiosaurios,* etc.
(3) C. Rusconi, *Plesiosaurios del Jurásico,* etc.
(4) C. Rusconi, *Ictiosaurios del Jurásico,* etc.

Por estos motivos, había yo insistido en la necesidad de realizar exploraciones más exhaustivas, pero dificultades de diverso orden, especialmente económicas, han malogrado esas iniciativas de reunir más materiales paleontológicos y completar de ese modo el estudio de esos grandes saurios, sobre todo con respecto al resto del esqueleto de notosaurido que posiblemente debe hallarse allí aún, embutido en las rocas, en lugar señalado en la foto 2 por una ×.



Foto 1. — Campamento base de la expedición organizada por el Poder Ejecutivo Provincial. En segundo plano el cerro Campanario. Sud de Malalhue. *Foto C. Rusconi,* enero 21-31 1948.

En vista de ello ofrecí una primera descripción del cráneo de *Purranisaurus* y darle también su ubicación probable en la sistemática, no obstante que desde entonces había advertido grandes diferencias entre el cráneo de este reptil marino y el de algunos plesiosaurios, consultando la poca literatura a mi alcance. Empero

preferí incluir provisoriamente *Purranisaurus* en la familia *Plesiosauridae,* hasta tanto otros materiales completaran mejor los conocimientos y sus probables vínculos con los de otros grupos afines.

Las dudas que tenía al respecto (las de no haber comprobado estrechas vinculaciones con los plesiosaurios), como lo expresé en pág. 336, 1948 *b,* consistían sobre todo en la construcción de la parte posterior de la caja craneana, especialmente el hueso occi-



FOTO 2. — Yacimiento del plesiosaurio y del ictiosaurio. Margen izquierda del arroyo del Cajón Grande, Malalhue, Mendoza. *Foto y exc. Rusconi,* enero 21-31 1948.

pital dispuesto en forma de una amplia y robusta lámina, mientras que en los típicos plesiosaurios (*Plesiosaurus homalospondylus,* fig. 1), el paraoccipital es un delgado y largo hueso muy prolongado hacia abajo y lateralmente, lo que da origen a dos grandes ventanas o fenestras, una superior y otra inferior, como lo evidencian esas características en otros géneros: *Stixosaurus Browni,* Welles, (fig. 2), del cretáceo del Sud de Dakota (Welles, p.

70, fig. 6 ([5]) ; *Alzadosaurus pembertoni,* Welles y Bump, (Welles, p. 80, fig. 9) ; *Thalassomedon haningtoni,* Welles, p. 155, fig. 13 ([6]), etc.

Además, había yo observado otras diferencias acentuadas, como en el caso de su cráneo chato en la línea del occipucio, cuando en verdad es mucho más alta y más angosta en esa misma región en los cráneos de los típicos plesiosaurios.

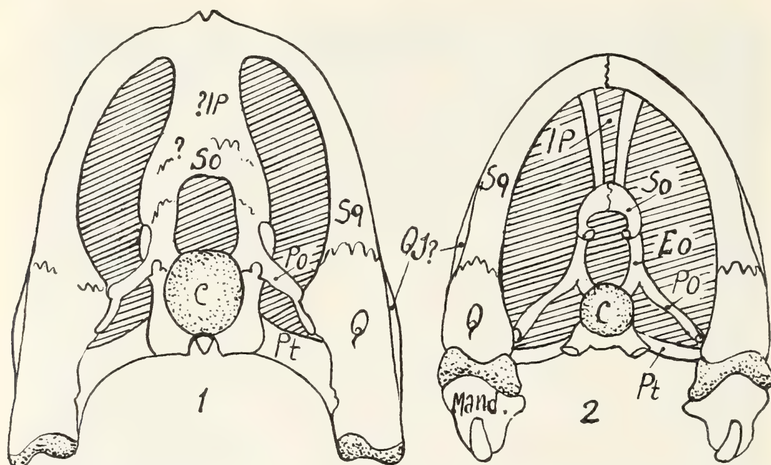


Fig. 1. — Vista posterior del cráneo de *Plesiosaurus homospondylus del* B. M. N. H. Nº 36.184. Dibujo retocado del esquema enviado por Welles al autor.
Fig. 2. — Vista posterior del cráneo de *Styxosaurus Browni,* según Welles, 1952.

En cambio, en *Purranisaurus potens* (fig. 3), no obstante hallarse algo achatado debido a la presión de las rocas, su cráneo ha sido normalmente chato y sus características anatómicas principales semejan a la platicepalia de los simosauridos (*Simosaurus* sp., fig. 4).

Por otra parte, el *quadratum* de los plesiosaurios típicos prolóngase más abajo de la base del cóndido occipital, mientras en los simosauridos se mantiene más alto o a un nivel parecido al del cóndilo occipital. En cambio, en *Purranisaurus* (fig. 3), el cuadrado ocupa una posición intermedia entre la de ambos géneros citados, o sea entre *Plesiosaurus* y *Simosaurus*.

([5]) Welles, *A review of the North Cret. Elasmosaurs,* 1952.
([6]) Welles, *Elasmosaurid plesiosaurs,* etc. 1943.

Hace poco tiempo, en carta del 13 de marzo de 1953, el distinguido investigador Welles tuvo la gentileza de comunicarme su parecer acerca de la posición taxonómica de *Purranisaurus* en la siguiente forma:

« Your 1948 paper describing *Purranisaurus* potens is most interesting as the figure is quite unlike any plesiosaur known to me. Nor is it like anything else I know I. The deep frontal excavations are no standard for plesiosaurs and the occipital region

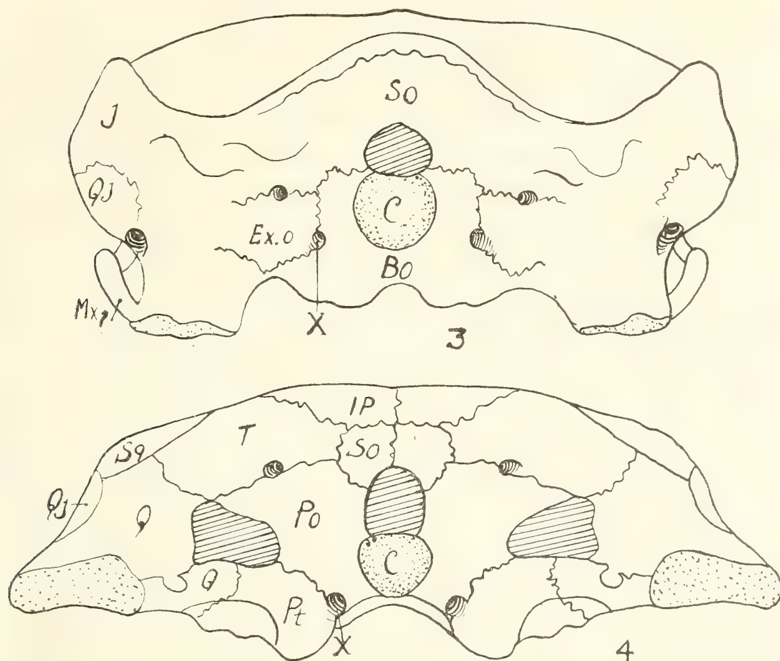


Fig. 3. — Cráneo de *Purranisaurus potens* Rusc. del Jurásico del Cajón del río Grande. Sud del Malalhue, Mendoza.

Fig. 4. — Cráneo de *Simosaurus* sp. del Museo de Tubingen. Esquema modificado del dibujo enviado por Welles al autor.

(as best I can make out from the dorsal view) in no at all plesiosaurian. The standard plesiosaur occiput is characterized by long slender paroccipital processes and great fenestrae below the squamosal arch. Quite opposed to this is the plate-like occipit of the nothosaurs and simosaurs. It appears that your *Purranisaurus* has a solid occiput like the latter and, if so cannot be a plesiosaur ».

Las dudas señaladas en aquel entonces por mi, concordantes ahora con las observaciones de Welles, me obligan a transferir *Purranisaurus* a otra familia, cuya posición más cercana sería la siguiente:

Ord. SAUROPTERYGIA
Subord. NOTHOSAURIA
Fam. NOTHOSAURIDAE
PURRANISAURUS Rusc.
Purranisaurus potens Rusc.

COMENTARIOS. — Que haya referido yo *Purranisaurus* al grupo de los plesiosaurios y no a otra familia, no tiene en cierto modo mayor importancia si se tiene en cuenta la falta de literatura y de tratarse de los primeros restos craneanos más completos hallados hasta ahora en el Jurásico de la prov. de Mendoza. Pero, aparte de esto, los titubeos relacionados con la sistemática los han puesto de manifiesto también otros autores de distintos países donde los materiales fósiles han sido descubiertos con abundancia, no obstante lo cual no pocos investigadores entregados al estudio de los plesiosaurios jurásicos o cretáceos de Europa, Africa, América del Norte, etc., han evidenciado también tales discrepancias.

Si para algunos autores los *Pliosauroidea* serían antecesores de los Plesiosauroidea, lo cierto es que esa idea sólo podría ser viable en determinados aspectos y poco satisfactoria en otros sentidos.

Sea que se contemple a los *Nothosauroidea* como antecesores de los *Plesiosauroidea*, o que hayan éstos derivado de varios troncos comunes de los primeros y hayan dado éstos origen a otros grupos de plesiosaurios, el hecho, empero, no es tan fácil de dilucidar en las presentes circunstancias, no obstante haberse comprobado muchas afinidades.

Supuesto que estas afinidades no representen más que meras convergencias, se sabe, sin embargo, que algunas especies de *Simosaurus* (*Nothosauroidea*) tienen caracteres vinculados a los de ciertas especies de plesiosaurios como en el caso de *Plesiosaurus dolichodeiro;* como ocurre también entre *Pistosaurus* y *Plesiosaurus robustus,* o entre *Ceresiosaurus* y *Plesiosaurus hankinsii,* etc.

Si desde cierto punto de vista podrían los notosaurios ser considerados como antecesores de los plesiosaurios, los primeros poseen,

sin embargo, un paladar casi cerrado, mientras que los típicos plesiosaurios, pliosaurios, etc., presentan grandes ventanas palatinas, consideradas estas últimas como características más primitivas. En cambio son más evolucionados aquellos cuyo paladar es casi cerrado, como en el caso de nuestro *Purranisaurus*. Y a este respecto hay puntos coincidentes entre la opinión general expresada por Welles y la que he podido formarme yo con el estudio de *Purranisaurus* y su comparación con otros grupos de reptiles marinos más o menos afines.

Purranisaurus potens posee algunos caracteres anatómicos que lo vinculan a los plesiosaurios, pero como los más tienen afinidades con los simosaurios, reconoceré entonces al género mendocino como a un representante de los *Nothosauroidea*.

Bibliografía

Camp, C. L. — « California Mosasaurs », en *Memoirs of the Univ. California*, vol. 13, pp. 1-68, Berkeley 1942.

Camp, C. L. — « A study of the Phythosaurs, with description of the new material from Western North America, en *Mem. Univ. California*, vol. 10, pp. 1-161, Berkeley, 1930.

Rusconi, C. — « Presencia de un plesiosaurio en Mendoza », en *Bol. Paleontológico de Bs. As.*, nº 15, pp. 1-4, Bs. As., 1943.

Rusconi, C. — « Nuevo plesiosaurio, pez y langostas del mar jurásico de Mendoza », en *Rev. Mus. Hist. Nat. de Mendoza*, vol. II, pp. 3-12, Mendoza 1948.

Rusconi, C. — « Los plesiosaurios del sud de Mendoza », en *B. A. P.* (revista mensual ilustrada), pp. 67-69, Bs. As., 1948.

Rusconi, C. — « Ictiosaurios jurásicos de Mendoza », en *Rev. Mus. Hist. Nat. Mendoza* », vol. II, pp. 17-160, Mendoza, 1948.

Rusconi, C. — « Plesiosaurios del jurásico de Mendoza », en *Anal. Soc. Cient. Arg.*, Vol. CXLVI, pp. 327-351, Bs. As., 1948.

Welles, S. P. — « Elasmosaurid plesiosaurs with description of new material from California and Colorado », en *Mem. Univ. Calif.*, vol. 13, pp.125-254, Berkeley, 1943.

Welles, S. P. — « A review of the North American Cretaceous Elasmosaurs », en *Univ. Calif. Publ. Geol. Ser.*, vol. 29, pp. 47-144, Berkeley, 1952.

Mendoza, septiembre de 1953.

NOTAS COLEOPTEROLOGICAS VII

POR

ANTONIO MARTINEZ

En esta séptima contribución doy la descripción de tres nuevas especies, dos de ellas pertenecientes a la Subfamilia Scarabeinae (= Coprinae aucts.) y una a la Subfamilia Allidiostominae.

Scarabaeinae

De esta Subfamilia doy a conocer un nuevo *Onthocharis*, que pertenece a un grupo de especies con aspecto muy similar y, como ya he mencionado en un trabajo anterior, muy deficientemente descritas, que tiene, como una de las principales características, en ambos sexos, ♂ más ♀ menos, la maza antenal anormalmente ancha y larga; además, como lo menciono en el Diagnosis, la forma del borde clipeal que es cuadridentado. El *Dichotomius*, la segunda especie que describo, pertenece por su aspecto general al grupo *carolinus*, pero como principal característica, que la separa de todas las de ese grupo, presenta las estrías internas de los élitros regulares no ensanchadas ni profundizadas distalmente, lo que la hace inconfundible; lamentablemente, sólo conozco una hembra, pero ésta es tan típica, que no hay lugar a dudas acerca de la novedad.

Onthocharis melancholica sp. n.

(Figura Nº 1)

Diagnosis. — *Onthocharis flavicornis* y *puncticollis* Harold, *laeta* Waterhouse y *nigrocoerulea* Martínez próxima. Difiere de *flavicornis* por la forma del borde clipeal, cuadridentado, los ángulos caudales del pronoto no notables y la región inferior del cuerpo punteada. De *puncticollis* la separamcs, además de por la forma del borde clipeal, por el aspecto general del cuerpo que no es cilíndrico y los

élitros con estrías notables, pero no profundas. De *laeta* la reconocemos por la forma del borde clipeal y la puntuación del mismo. De *nigrocoerulea* se identifica por la puntuación de la cabeza, pronoto y élitros, forma de las tibias y, especialmente, por el distinto aspecto de los parámeros de los ♂♂.

Cabeza con el borde clipeal cuadridentado, los dientes laterales menos conspicuos, la superficie micropunteada; región ventral con la maza antenal anormalmente ancha. Pronoto con los ángulos proximales salientes, obtusos, medialmente con levísimo surco longitudinal en la mitad posterior; la superficie es punteada. Elitros con estrías aparentes, punteadas; las interestrías micropunteadas. Mesosterno punteado. Metasterno con surco longitudinal medial. Tibias anteriores cortas y robustas, los dientes laterales muy grandes; tibias medias y posteriores muy comprimidas, laminiformes, la cara dorsal casi inaparente por lo angosta, denticulada irregularmente, los tarsos de esas mismas patas cortos y los cuatro primeros notablemente anchos y cortos. Pigidio grande, convexo, totalmente marginado y punteado. Color general negro, un poco opaco o levemente brillante y, en la cabeza, pronoto, proepisternos, mesosterno, metasterno y región ventral de los fémures y tibias con brillo verdoso o cobrizo muy leve; el borde clipeal, mentón, tibias, tarsos y esternitos castaño rojizo oscuro; las piezas bucales castaño rojizas y las antenas algo más amarillentas que ésas y la maza cubierta con tomento ocráceo; la pelosidad que se encuentra en las diferentes regiones del cuerpo es dorada y más o menos clara.

Descripcion. — *Cabeza*: Borde levantado, el clipeal cuadridentado, los dos dientes paramedios triangulariformes, distalmente redondeados y algo levantados, separados entre sí por una escotadura en forma de «U» algo abierta y bien notable, a ambos lados de éstos con una muesca, también en forma de «U» más pequeña y algo más abierta, que los separa de los dientes laterales que son menos salientes, más anchos y con el ápice en ángulo casi recto y un poco redondeado, y siendo el borde lateral a éstos hasta su conjunción con las mejillas sinuoso; mejillas muy amplias, lateralmente el borde en ángulo obtuso redondeado, medialmente separadas del clípeo por una sutura sulciforme que se pierde hacia atrás en la frente. Superficie: Clípeo por detrás de los dientes paramedios impresionada e impunteada, el resto con puntuación microscópica

que se torna más notable lateralmente y hacia la frente, y ésta, el occipucio y mejillas con micropuntos ocelados y no aglomerados, habiendo en estas últimas dos impresiones circulariformes pequeñas, una sobre el borde antero ocular y la otra sobre la sutura que las limita del clípeo y estando ambas muy próximas y a una misma altura; el borde caudal marcado como línea arqueada notable, que lateralmente forma el borde medial de la parte dorsal de los ojos, los que son estrechos, pequeños y falciformes en esta región.

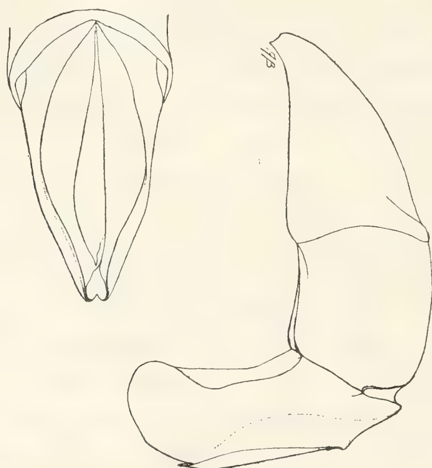


Fig. 1. — *Onthocharis melancholica* sp. n. Organo copulador ♂.

Región ventral sobre el borde con una cortísima región lisa, el resto del clípeo y mejillas con puntos pelíferos, los pelos cerdiformes, notables; la región posterior a los costados de los ojos y por detrás de éstos, salvo sobre el ángulo póstero lateral por detrás de los ojos, que tiene tres o cuatro cerditas, es impunteado y glabro. Labio y maxilas inferiormente cubiertos con pelos bastante tupidos, los palpos maxilares glabros; antenas con la maza sumamente ancha y larga, siendo el 7° artículo el más ancho y largo de la misma.

Tórax: Pronoto con los bordes proximal y laterales marginados finamente, y el primero de éstos levemente sinuoso, los laterales débilmente arqueados y el caudal en arco ligeramente irregular y junto a los ángulos con muesca leve que hace resaltar algo a éstos que son muy obtusos y romos, los ángulos proximales muy poco salientes, algo obtusos y redondeados. Superficie en el disco con

rastros de surco longitudinal en la mitad posterior y allí con puntuación microscópica muy rala y poco evidente, que se torna más impresa y aglomerada hacia los bordes laterales y especialmente, sobre los ángulos proximales, sobre el borde caudal la región preescutelar deprimida leve y poco aparentemente.

Prosterno en la región proximal excavado, lateralmente y sobre el borde anterior con cerditas bastante notables; región caudal muy ancha y corta y en su parte medial anterior cuneiforme; la superficie impunteada y glabra, el borde caudal marginado con pelitos microscópicos cortos.

Proepisternos, excepto en la región medial y caudal y una pequeña zona muy estrecha sobre el borde lateral que son impunteadas y glabras, con puntos de aspecto de rallador (« punctures asperates » de los autores ingleses), que tienen una cerdita notable y siendo éstas lateralmente algo salientes.

Mesonoto con débil impresión escutelar entre los élitros, éstos estriados aparentemente y las estrías punteadas, siendo los puntos poco más anchos que éstas, proximalmente acercadas la 4ª a la 3ª y mucho más notablemente la 6ª a la 5ª, la 7ª apareciendo por detrás del « tubérculo humeral » que es muy poco notable, la 8ª muy borrosa y casi inaparente, aún con aumento en la región distal, siendo muy corta; interestrías y epipleuras microscópica y dispersamente punteadas.

Mesosterno muy corto y ancho; superficie casi totalmente punteada, faltando los puntos en una pequeña zona antero lateral y en una cortísima faja que precede a la sutura meso-metasternal, la que es arqueada.

Mesoepisternos con la superficie cubierta con puntos de aspecto de rallador bastante conspicuos, aglomerados y pelíferos, los pelos largos y notables.

Metasterno en la placa con un surco longitudinal medial corto, anteriormente algo convexa, la superficie punteada, los puntos simples a los lados del surco longitudinal y tornándose más aparentes, notables y ocelados lateralmente, siendo con aspecto de rallador y grandes, aunque espaciados en las regiones laterales y glabros, excepto unos pocos sobre la sutura meso-metasternal, los que tienen pelos cerdiformes cortos pero conspicuos.

Metaepisternos con algunos puntos microscópicos poco notables, glabros.

Patas anteriores con los fémures en la cara ventral punteados, los puntos en la mitad posterior más impresos, grandes y pelíferos, los pelos cerdiformes y cortos, los bordes proximal dorsal y caudal marginados con pelos de aspecto de pestaña; tibias cortas, aplanadas y ensanchadas desde casi el ápice proximal, sobre el borde lateral y en los dos tercios distales con tres grandes dientes fuertes y con el ápice ligeramente romo, en el resto del borde con denticulación serrada en número de cuatro o cinco y con algún dentículo entre el diente medial y el proximal, borde distal oblicuo y algo arqueado, el espolón achatado y espiniforme; tarsos alargados, de corte cilíndrico, decrecientes en grosor hacia el distal, el 1° el más largo de todos, los 2° a 4° ligeramente decrecientes, el 5° poco más largo que la suma de los 3° y 4°, afinado distalmente y en el ápice con dos uñitas muy reducidas y algo arqueadas. Patas medias con los trocánteres ventralmente microscópica y ralamente punteados, el borde caudal con un poro pelífero de donde emergen dos setas finas y alargadas; fémures en la cara ventral y sobre el borde caudal con un surco que se amplía lateralmente, la superficie, excepto sobre el surco que es impunteado, con puntuación microscópica, simple y espaciada, entre la que se intercalan lateralmente y también sobre el borde proximal algunos puntos fuertes y pelíferos, siendo los pelos cerdiformes y notables; tibias cortas, comprimidas, laminiformes, borde dorsal y ventral denticulados, este último menos evidentemente y ambos marginados con cerditas, la cara medial con una hilera oblicua de puntos pelíferos, la cara lateral con la hilera de puntos pelíferos más corta y situada en la mitad distal y ventralmente y siendo casi paralela al borde, el ápice distal truncado algo oblicuamente y el borde ventral marginado con cerditas, las que lateralmente son más largas, espolones aplanados, cortos, romos; tarsos muy cortos, pero en conjunto poco más largos que el ancho del primer artículo, los cuatro primeros en tamaño decreciente en largo y ancho, de forma irregularmente semilunar y en los 3° y 4° con el borde dorsal más agudamente saliente que el ventral, y estos bordes en los tres primeros artículos marginados con cerditas, en el 4° únicamente en el ápice, el 5° más largo que ancho, algo arqueado y el ápice con dos uñitas microscópicas algo arqueadas, dorsalmente con dos cortas setas situadas sobre las uñas. Patas posteriores con los fémures más alargados próximo distal y antero caudalmente, en la cara ventral el surco que margina el borde caudal

menos conspicuo y la puntuación más inaparente, siendo también más ralos los puntos gruesos y pelíferos situados sobre el borde proximal y en la región lateral, habiendo en esta última solamente cuatro o cinco; tibias de conformación y ornamentación semejante a las precedentes, pero más largas, el espolón más largo que el primer artículo tarsal; tarsos semejantes a los de las patas medias.

Abdomen: Esternitos 1° a 5° lateralmente con puntos pelíferos, los pelos cerdiformes, el 6° con puntos en toda la superficie y siendo glabros éstos medialmente.

Pigidio marginado, convexo, totalmente punteado, los puntos ocelados, espaciados, aparentemente glabros.

♂: Antenas con la maza más ancha; pronoto con el surco longitudinal medial algo más notable y la puntuación del disco menos aparente; estrías e interestrías de los élitros con los puntos menos conspicuos; metasterno con el surco medial longitudinal más impreso; tibias anteriores con tres dentículos entre el diente distal y el medio y tres entre éste y el posterior, el resto del borde hasta el ápice proximal con cuatro, espolón alargado, algo arqueado y aguzado. Organo copulador (Fig. 1) con los parámeros alargados: Vistos lateralmente con el borde dorsal sinuoso, proximalmente en el tercio basal con un pequeño dentículo, más o menos aparente según los ejemplares, y distalmente con un proceso algo saliente, corto y poco conspicuo, el borde ventral membranoso arqueado leve y algo sinuosamente, el borde ventral esclerosado formando una escotadura más aparente y también sinuosa, la región distal digitiforme; vistos dorsalmente son cuneiformes, con los bordes laterales sinuosos, y medialmente el borde esclerosado en arco de concavidad externa.

♀: Maza antenal algo menos ensanchada y la puntuación de la cabeza más notable; en el pronoto y el metasterno con el surco menos conspicuo; tibias anteriores sin dentículo alguno entre el diente distal y el medio y con uno solo entre éste y el posterior, habiendo en el resto del borde hasta el ápice proximal cinco dentículos, espolón menos arqueado y más romo, los espolones de las patas medias y el de las patas posteriores poco más aguzados que en el ♂.

Largo: 8,3-7,3 mm; ancho: 4,3-4 mm aproximadamente.

Ejemplares examinados y procedencia: 1 ♂ Holotipo, 1 ♂ Paratipo, 1 ♀ Alotipo y ♀ 1 Paratipo del Paraguay, Departamento de Concepción, Horquetá XII-34 (Schulz-leg.), todos en mi colección.

Dichotomius (*Dichotomius*) *camargoi* sp. n.

Diagnosis. — *Dichotomius* del grupo *carolinus*, pero diferenciándose de todas las especies conocidas del mismo por no presentar estrías ensanchadas distalmente. De *D. imitator* (Felsche) lo reconocemos por no presentar dientes clipeales, los ángulos proximales del pronoto no aguzados, élitros con las interestrías dispersa y microscópicamente punteadas, etc. De *D. longiceps* (Taschenberg) lo distinguimos inmediatamente por la forma de la armadura cefálica, consistente en esa especie en una carena transversal más o menos bidenticulada, mejillas con el borde antero lateral con dentículo apreciable, escultura del pronoto, forma del espolón de las patas posteriores, etc. De *D. carolinus* (Linné) y *D. colonicus* (Say) se separa por la escultura del pronoto, élitros, etc.

Color general negro brillante con los tarsos y espolones castaño oscuros y las piezas bucales y antenas castaño rojizas, y estas últimas con la maza cubierta de tomento pardo ceniciento; la pelosidad que reviste las diferentes regiones del cuerpo de color rojo herrumbre (pardo rojizo) más o menos oscura. Cabeza algo alargada oval, clípeo entero, marginado; sobre el occipucio y entre los ojos medialmente con un proceso tuberculiforme notable que posteriormente es débilmente surcado; superficie con arrugas en el clípeo, frente y occipucio. Pronoto totalmente marginado, con declive en la mitad anterior, el borde superior de éste formando lóbulos poco salientes; ángulos proximales obtusos, redondeados; superficie en la mitad posterior con el disco micropunteado, los puntos separados. Elitros bien estriados, las estrías punteadas; interestrías algo convexas y microscópica y ralamente punteadas. Metasterno anteriormente en la placa y regiones laterales con pelos largos, medialmente con surco longitudinal bien impreso y ampliado caudalmente. Pigidio con débil línea longitudinal, punteado microscópica y dispersamente.

Descripcion. — *Cabeza*: Clípeo con el borde marginado; sobre el occipucio medialmente y un poco por delante de los ojos con un proceso tuberculiforme algo achatado y ensanchado, bien notable y con la región anterior semicilíndrica y la posterior aplanada y en el tercio apical truncada oblicuamente y levemente surcada, dando el aspecto de ser el ápice bituberculado suavemente, en la base

y a ambos lados de éste con un pequeño nódulo tuberculiforme, en cuyo borde lateral finaliza la sutura sulciforme que separa a la frente y clípeo de las mejillas, y la que es muy poco perceptible junto al borde anterior; mejillas con el borde marginado, anteriormente saliente en ángulo muy romo, el borde recto desde éste hasta el ángulo lateral que es muy obtuso. Superficie en el clípeo y frente con arrugas transversales notables, siendo sobre el borde clipeal muy aglomeradas, espaciándose hacia la base del proceso tuberculiforme, éste con algunas arrugas en la base, y las que se cambian hacia el ápice en puntos que son menos conspicuos y siendo éste liso; el occipucio con arrugas menos notables que las del clípeo y frente, los tubérculos nodiformes lisos en el ápice; mejillas en la región anterior con arrugas, que hacia la zona ocular se cambian en puntos groseros e irregulares poco precisos.

Región ventral con el tubérculo clipeal bien notable, toda la superficie, al igual que la cara inferior del labio y sus palpos y maxilas cubiertos de puntos pelíferos, los pelos bastante largos y salientes en forma de pestaña, siendo muy largos en las mejillas y decrecientes de atrás a adelante en el clípeo. Las antenas con el 2° artículo más corto que el 3° y la maza antenal bien ensanchada y corta, estando sus caras cubiertas con tomento pardo ceniciento más o menos claro según la incidencia de la luz.

Tórax: Pronoto totalmente marginado; ángulos proximales salientes y muy redondeados, ángulos caudales poco conspicuos; borde anterior amplia y poco profundamente escotado, bordes laterales en arco notable, saliente irregularmente y un poco sinuoso, borde caudal en arco poco notable y muy levemente irregular. Superficie en la mitad anterior con declive abrupto, corto, de borde superior romo y solamente aparente medialmente donde hay dos tubérculos paramedios, poco conspicuos y separados entre sí por un surco no muy perceptible, a ambos lados de éstos y a la altura de los ojos con un tubérculo mameliforme, algo más notable que los paramedios, que tiene un poco por detrás y lateralmente una depresión bien impresa y algo ensanchada; la escultura es en el declive, región de los ángulos proximales y lateralmente sobre el borde hasta más o menos la altura de la depresión, con arrugas poco notables y que se diluyen hacia atrás en las regiones laterales y hacia la región superior del declive, el resto de la superficie es punteada, los puntos pequeños y no aglomerados, en la región medial y sobre el borde

caudal con una corta zona, no muy ancha, que tiene arrugas microscópicas.

Prosterno anteriormente muy corto y ancho; la superficie con pelosidad muy fina. Región caudal como en las especies del género, medialmente y sobre el borde posterior con tubérculo careniforme alargado que se pierde en la región mesal; la superficie micropunteada y totalmente cubierta con pelosidad muy fina, tupida y larga.

Proepisternos anterior y medialmente deprimidos y el borde que los separa del prosterno elevado; la superficie en la mitad anterior con puntos ocelados muy aglomerados, en la mitad posterior se tornan algo más espaciados y con aspecto « pluviforme ». y todos con pelosidad larga y tupida; sobre el borde lateral con una hilera de puntos coalescentes, que forman un surco algo irregular, y donde se insertan cerdas largas en forma de pestaña y muy sobresalientes.

Mesonoto con los élitros notablemente estriados, las estrías no ensanchadas distalmente y punteadas, los puntos poco notables y algo más anchos que éstas, en la base las 3ª a 5ª deprimidas, siendo la depresión más aparente en las 4ª y 5ª, la 6ª y 7ª surcando el poco notable « tubérculo humeral » y siendo en esta región formada la 7ª por una hilera de puntitos irregulares; interestrías algo convexas, la superficie micropunteada, los micropuntos dispersos, más aglomerados sobre la 1ª en la mitad caudal y el mismo ápice de las 2ª a 4ª; epipleuras micropunteadas muy rala y tenuemente.

Mesosterno con la superficie, salvo en la zona mesal donde hay un área longitudinal y angosta lisa, glabra y brillante, con microscópica granulación mal definida y cubierta de pelosidad muy fina y tupida, que sin embargo deja ver la escultura.

Mesoepisternos muy cortos y muy anchos; la superficie medialmente con granulación microscópica poco perceptible y lateralmente con puntos, también microscópicos e irregulares y cubiertos con pelosidad larga y bastante tupida.

Metasterno en la región mesal con surco longitudinal medial aparente que aparece por detrás del borde anterior y en el cuarto caudal con depresión notable; la superficie a ambos lados del surco con una zona lisa y glabra que se amplía hacia la región caudal, el resto, lo mismo que las regiones laterales, punteada, los puntos aglomerados y pequeños, excepto en la región mesal y anteriormente, donde hay algunos alargados e irregulares, todos los puntos con pelos largos, tupidos.

Metaepisternos, excepto en un pequeño tuberculito sobre el borde medial y caudalmente que es liso y glabro, cubiertos con puntos muy aglomerados y pelos largos y tupidos.

Patas anteriores con los fémures en la cara ventral punteados, los puntos en la mitad anterior fuertes e irregulares y cada uno con un pelo largo, en la mitad posterior los puntos son muy ralos, pequeños y glabros, salvo sobre el borde caudal (posterior) y una pequeña zona látero caudal que hay puntos pelíferos que marginan a aquél y se insinúan sobre ésta, el borde látero ventral poco evidente y glabro y el ántero dorsal con una hilera de pelos largos con aspecto de pestaña que lo margina; tibias cortas, robustas, levemente arqueadas, el borde lateral con cuatro dientes, siendo el proximal poco evidente y todos con el ápice romo, el borde distal oblicuo y algo arqueado y con los dos tercios mediales cubiertos con pelosidad fina, espolón alargado espiniforme y en el cuarto distal algo arqueado medialmente y aguzado; tarsos sensiblemente más largos que el ancho máximo de la tibia, el 1° de corte triangular y juntamente con el 5° los más largos, este último algo comprimido y con las uñas notables, arqueadas y aguzadas, los artículos 2° a 4° en tamaño decreciente y en conjunto del largo aproximado del 1°, más o menos, éste distalmente con algunos, los 2° a 5° ventralmente con mayor cantidad de pelos finos y largos, habiendo dorsalmente en los 1°, 4° y 5° ralos pelitos que también coronan totalmente el ápice de este último. Patas medias con los trocánteres en el borde caudal marginados con algunos pelos finos; fémures cortos en sentido del ápice proximal al distal, la cara ventral convexa y en gran parte glabra, salvo sobre la región anterior donde hay una pequeña zona con puntos más notables y pelíferos que se amplía de adentro a afuera, y en la mitad lateral ocupa una zona medial irregular y pequeña, los pelos son largos y notables, el borde caudal cortante; tibias poco más largas que el fémur, gráciles y sinuosas hasta el tercio distal donde se engrosan en forma notable y brusca, en los dos tercios proximales el borde látero ventral con microdenticulación notable y aguda y en todos los bordes con hilera de pelos que los marginan en mayor o menor extensión, el ápice distal lateralmente cubierto de pelosidad muy fina, corta y tupida, espolones comprimidos, romos; tarsos aplanados, con el primer artículo enormemente grande y de forma triangular, los 2ª a 4° de conformación semejante al 1° pero más pequeños y decrecientes en tamaño hacia este último, el

5° alargado, más largo que el 2°, subparalelo y con dos uñas no muy grandes, arqueadas y muy aguzadas, los bordes distales marginados de pelosidad tupida. Patas posteriores con los trocánteres en el borde caudal más glabros que los del par medio; fémures más alargados y con los puntos pelíferos de la cara ventral situados sobre el borde anterior y sólo con algunos medial y lateralmente, el resto glabro y micropunteado rala y dispersamente como en los fémures precedentes, el borde caudal indicado pero no cortante; tibias menos bruscamente ensanchadas que las medias, el borde látero ventral también denticulado y con la ornamentación de los bordes semejante a la de aquellas, espolón casi del largo de los dos primeros artículos tarsales, el ápice escotado y formando un diente dorsal romo y uno ventral agudo; tarsos semejantes a los tarsos de las patas medias.

Abdomen: primer esternito con leve depresión mesal; esternitos 2° a 5° medialmente decrecientes hacia este último, el 6° el más corto de todos y aproximadamente del mismo largo medial que lateralmente y con surco muy corto adosado al borde proximal, glabros; los 1° y 5° lateralmente impresionados y allí con puntos pelíferos que disminuyen hacia el 5°, donde sólo se hallan proximalmente.

Pigidio ensanchado, semicircular, convexo levemente, la región superior con leve línea longitudinal media que se pierde antes de la mitad; la superficie dispersamente micropunteada, glabra; el margen que lo separa del propigidio levemente anguloso medialmente y con un surco interno que lo orilla y continúa lateralmente hasta perderse antes de la región apical.

Largo: 29 mm; ancho del pronoto: 17,2 mm; ancho elitral: 18,8 mm aproximadamente.

♂ desconocido.

Ejemplares examinados y procedencia: 1 ♀ Holotipo del Perú, Chachapoyas XII-1945 (Soukoup-leg.) en mi colección.

Dedicado con todo placer al Dr. Carlos Amadeu Camargo Andrade, Director de la División Insecta del Departamento de Zoología, Secretaría da Agricultura, del Estado de San Pablo, Brasil, por todas las atenciones tenidas para con nosotros durante la estación en ese Departamento de Zoología.

ALLIDIOSTOMINAE

De esta Subfamilia, conocida con el único género *Allidiostoma* Arrow, restrito a la Argentina, Chile y el sur del Perú, describo a continuación una nueva especie y efectúo algunos comentarios acerca de cuatro de ellas y dando la final una llave para el reconocimiento de todas las descritas hasta el momento.

Allidiostoma halffteri sp. n.

DIAGNOSIS. — *Allidiostoma monros-muntañolae* Martínez, *All. porteri* (Ruiz), *All. rufa* (Arrow), *All. bosqui* Gutiérrez y *All. landbecki* (Philippi) algo afín. Difiere de la primera por la muy distinta forma del borde clipeal, que no forma tres dientes; los élitros con estrías más impresas, etc. De *porteri* la reconocemos por la distinta forma del borde clipeal, que forma dos dientes paramedios salientes en una placa; la puntuación del pronoto menos fuerte; las interestrías también con los puntos más ralos y superficiales, etc. De *rufa* la separamos, además de por la forma y denticulación del clípeo, por las estrías elitrales mucho menos fuertemente impresas, tamaño, etc. De *bosqui* se identifica por la forma del borde clipeal y los dientes; escultura del pronoto (forma de las gibas y puntuación); distinta impresión de las estrías elitrales, etc. De *landbecki* se distingue, además de por la forma y disposición del borde clipeal y dientes, por la distinta puntuación del pronoto, la escultura de los élitros, etc.

Color general pardo rojizo, con la cabeza, ápice distal de los fémures y tibias medias y posteriores oscurecidos más o menos intensamente; antenas y piezas bucales pardo amarillentas y la pelosidad que cubre las diferentes regiones del cuerpo de color amarillo dorado más o menos intenso. Cabeza con el borde clipeal medialmente saliente en placa que tiene dos dientes notables, trianguliformes, el vertex tuberculado; pronoto con los ángulos anteriores rectos, el borde caudal finamente marginado, la superficie punteada; élitros con estrías notables, pero no profundas. Patas anteriores con las tibias tridentadas, los dientes, por lo menos el distal lobuliforme; la región ventral, excepto el disco del metasterno, cubierta con pelos finos y sedosos.

Descripción. — *Cabeza*: más ancha que larga, el borde clipeal cuadridentado; los dientes paramedios salientes, unidos en una placa, triangulariformes, romos, bien separados entre sí por una escotadura amplia y levantados; a cada lado y por detrás de éstos situados los laterales, que son bien notables, aunque más anchos y, lo mismo que los paramedios, romos y levantados apicalmente; mejillas laterales, situadas por delante de los ojos y muy pequeñas. Región ventral con lo visible del labro en su región dorsal microscópica e irregularmente punteado y peloso, el borde anterior sinuoso y formando dos pequeños lóbulos laterales; mandíbulas en su parte expuesta dorsal y lateral, excepto el el ápice, con cerditas, ventralmente glabras; labio inferiormente cubierto con pelitos tupidos; prementón irregularmente micropunteado y con pelos; gula glabra y lisa; antenas con el escapo cubierto con pelos, que medial y distalmente forman mechón y son más largos, la maza con el tomento dorado y, según la incidencia de la luz, puede parecer brillante.

Tórax: Pronoto con los bordes totalmente marginados: el proximal más ancho; ángulos proximales muy poco salientes, rectos, ángulos caudales inaparentes por lo redondeados; superficie punteada.

Prosterno característico para las especies del género; la región proximal medial, incluyendo el tubérculo, borde proximal y lateralmente, cubierta con puntos pelíferos, los pelos bien notables, quedando glabra e impunetada únicamente una zona mesal que es « chagrinada »; la región caudal con el tubérculo aplanado, muy saliente, notable y cubierto de pelos largos, el borde posterior marginado con cerditas cortas.

Proepisternos en la mitad proximal con tres hileras de puntos pelíferos: una medial con los pelos cortos, una paralateral y otra lateral con los pelos más largos y siendo los de estas dos últimas salientes y los de la lateral arqueados como pestañas y todos muy finos, en la región caudal se confunden con los existentes en ésta, que es punteada totalmente y cubierta de pelos largos.

Mesonoto con el escudete surcado longitudinalmente microscópica y levemente, y en esa zona la superficie aparentemente lisa, en el resto con microescultura rugosa, excepto sobre los bordes en que hay una angosta zona lisa y ennegrecida. Elitros irregularmente estriados, la 1ª estría la más profunda y ésta y la lateral las

únicas reconocibles sobre el ápice distal, las 2ª y 5ª algo impresionadas en la base, la 6ª, 7ª y 8ª apareciendo por detrás, y estas dos últimas lateralmente al poco notable « tubérculo humeral »; la 9ª y 10ª inaparentes basalmente, y esta última adosándose al borde lateral en el tercio caudal, todas con puntos microscópicos, más o menos conspicuos en su interior; interestrías con algunos puntos microscópicos ralos, salvo apicalmente por detrás del poco perceptible « callo distal » donde hay puntos irregulares, algunos no bien definidos y coalescentes, que forman surcos irregulares y microscópicos; sutura elitral levantada en fino margen glabro; epipleuras angostas, cubiertas con puntos pelíferos, los pelos largos, finos y salientes.

Mesosterno irregularmente cordiforme, entre las cavidades cotiloideas sumamente notable y estrechado; medialmente algo elevado longitudinal y angostamente. Superficie cubierta con puntos pelíferos microscópicos, a veces coalescentes, los pelos finos y poco conspicuos.

Mesoepisternos con la superficie punteada, los puntos con pelos sedosos bastante largos y tupidos, en la región próximo lateral y postmarginalmente con una cortísima zona lisa.

Metasterno en la placa surcado longitudinalmente, el surco angosto, poco profundo, ennegrecido; ésta, excepto los bordes y una zona triangulariforme caudal de las regiones laterales lisas y glabras, y el resto de las regiones laterales con puntos pelíferos, los pelos sedosos y largos, los bordes marginados con pelos largos y finos.

Metaepisternos con la superficie punteada y pelosa, los pelos largos, finos y tupidos.

Patas anteriores con los trocánteres en su mayor parte punteado pelosos, los pelos largos; fémures con la cara ventral, excepto en una corta faja sobre el borde caudal que tienen puntos pelíferos, glabra e impunteada, los bordes marginados con pelos finos y largos; tibias cortas, el borde externo en los dos tercios distales tridentado, el diente proximal el menos conspicuo, el distal lobuliforme, romo y el más notable, los precedentes a éste algo aguzados, el borde entre éstos y por detrás del proximal sin denticulación alguna, el borde medial corto, arqueado muy levemente, el ápice distal oblicua y sinuosamente arqueado y marginado con pelitos, las caras dorsal y ventral con una hilera medial longitudinal y sobre los dientes

con otra hilera menos conspicua de puntos pelíferos, los pelos en la medial más notables, en la cara ventral también hay marginando el borde interno otra hilera de pelos muy largos, espolón alargado espiniforme, aplanado; tarsos alargados, el primerratículo sumamente corto, los 2° a 4° algo decrecientes en largo y grosor, el 5° el más largo de todos y en el ápice con dos uñas arqueadas, finas y aguzadas, el ápice de todos los artículos con algunos pelitos finos. Patas medias con los trocánteres en la cara ventral lisos y glabros, el borde caudal con gruesos puntos pelíferos y los pelos largos; fémures en la cara ventral sobre el borde proximal y en la mitad caudal con una línea elevada que tiene puntos pelíferos, los pelos finos y largos, el resto de la cara lisa y glabra; tibias con las carenas transversales dorsales situadas en el tercio proximal, la más cercana al ápice muy pequeña, ambas y el ápice distal lateralmente con cerdas en forma de púas, teniendo las primeras también algunos pelos largos intercalados, medialmente los bordes con pelos finos y largos, espolones aplanados, levemente arqueados y algo romos; tarsos poco más largos que la tibia, primer artículo del largo del 5° y el más grueso de todos, los 2° a 4° subiguales pero en grosor decreciente hacia el distal, 5° engrosado distalmente y en el ápice con dos uñas finas, arqueadas y aguzadas, el ápice de todos los artículos con cuatro pelos cerdiformes. Patas posteriores con los trocánteres más ensanchados que en el par precedente, salientes lateralmente en diente agudo, el borde caudal microdenticulado irregularmente y marginado con pelos finos y largos, la cara ventral lisa y glabra; fémures más largos y poco más anchos que los precedentes, la cara ventral con los puntos pelíferos del borde proximal y la línea que la atraviesa en la mitad caudal con los pelos igualmente notables que los de los fémures medios, el borde caudal con microdenticulación aparente que se diluye hacia la mitad lateral; tibias más largas y gruesas que las del par medio, las carenas dorsales poco más conspicuas y la ornamentación semejante a la de aquéllas, los espolones poco más arqueados y largos que los medios y más romos; tarsos semejantes en conformación y ornamentación a los de las patas precedentes.

Abdomen: Esternitos cubiertos con micropuntuación muy aglomerada y pelífera, los pelos sedosos y finos.

♂: Cabeza con un tubérculo corniforme notable, elevado, de ápice romo y ligeramente saliente hacia atrás (aspecto fungiforme); la

escultura es irregularmente punteada y los puntos muy aglomerados y coalescentes formando algunas arrugas; la mitad distal del tubérculo corniforme es micropunteada, siendo el ápice aparentemente sin puntos. Pronoto con una depresión en la mitad anterior de forma irregularmente trapecial y que tiene superiormente y a cada lado un proceso tuberculiforme (gibas) aparente, entre éstos se insinúa la depresión hacia atrás en forma de semicírculo; a cada lado de los procesos tuberculiformes y a mitad de la distancia entre éstos y el borde lateral con una impresión rasa y ennegrecida; la superficie con puntos más notables y grandes lateralmente, aunque no aglomerados, que se ralean por detrás de los tubérculos y un poco lateralmente a la impresión. Espolón de las tibias anteriores más ensanchado, romo.

♀: Cabeza con el tubérculo corniforme muy raso y poco conspicuo; la superficie totalmente rugoso punteada aglomeradamente. Pronoto regularmente convexo; la superficie en el disco con los puntos más dispersos y pequeños, y los que hacia los bordes laterales y anterior son más juntos y algunos coalescentes. Espolón de las tibias anteriores más fino y aguzado.

Largo: 10,2-9,3 mm; ancho del pronoto: 5,2-5 mm; ancho elitral: 6,2-6 mm aproximadamente.

Ejemplares examinados y procedencia: 8 todos de la Argentina. ♂ Holotipo de Mendoza, Puente del Inca XII-1921; 1 ♂ Paratipo de San Juan, Pie de Palo II-1949; 1 ♀ Alotipo de San Juan, Alto de la Sierra; 1 ♀ Paratipo de San Juan, Jachal II-1943 y 1 ♀ Paratipo de Catamarca, Chiquimil en mi colección, 2 ♀♀ Paratipos, una de Mendoza sin otra indicación y una de Catamarca, Chiquimil en la ex colección Bruch, actualmente depositada en la Sección Entomología del Instituto Nacional de Investigaciones de las Ciencias Naturales de Buenos Aires. 1 ♀ Paratipo de San Juan, Jachal II-1943 depositado en la División Insecta del Departamento de Zoología de la Secretaría de Agricultura de San Pablo, Brasil.

Dedicado con sumo placer al colega y amigo el biólogo don Gonzalo Halffter S. de México.

Allidiostoma strobeli (Steinheil)

1874, *Orphnus Strobeli* Steinheil, Atti Soc. Ital., 15: 556-557.
1904, *Idiostoma Medon* Arrow, Trans. Ent. Soc. Lond., 741-742 (n. sin.).
1912, *Idiostoma Medon* Arrow in Junk, Co. Cat., 19 (43): 34.

1912, *Idiostoma Strobeli* Arrow, Ibídem, 34.
1913, *Idiostoma Medon* Schmidt in Wytsman, Gen. Ins., 150: 50.
1913, *Idiostoma Strobeli* Schmidt, Ibídem, 50.
1944' *Allidiostoma medon* Blackwelder in U. S. Nat. Mus., Bull. 185 (2): 217.
1944, *Alidiostoma strobeli* Blackwelder, Ibídem, 217.

Las especies descritas por Steinheil y Arrow no son más que una sola. Tengo de la provincia de Buenos Aires, partido de Puán, estación Felipe Sola, varios ♂♂ y ♀♀ que fueron comparados con el tipo de *medon* y así determinados por Arrow, que coinciden en todo con la descripción de Steinheil, por lo que, en vista de no presentar diferencias los ejemplares determinados por Arrow como *medon* y como *strobeli* por mí, establezco la siguiente sinonimia:

Allidiostoma strobeli (Steinheil), 1874 = *Allidiostoma medon* (Arrow), 1904.

La distribución de *strobeli* en nuestro territorio abarca el total de la provincia de Buenos Aires, siendo muy escaso en el norte de la misma, de donde sólo conozco una ♀ de San Nicolás; en la zona del Río de la Plata se halla en los alrededores de la ciudad de Buenos Aires y en el partido de La Plata; sobre la costa atlántica y, especialmente, en las cercanías de las playas no es raro observarla caminando por la arena en las primeras horas de la mañana; hacia el sur y el oeste de la provincia es muy común, pudiéndose en algunas partes capturar a centenares a la luz artificial, sobre los médanos después de una lluvia o en las primeras horas de la mañana. También esta especie es frecuente hallarla en el norte de la provincia de Río Negro, y he visto ejemplares en la provincia de La Pampa, Mendoza, San Juan y La Rioja.

La gran mayoría de los ejemplares de Mendoza, San Juan y La Rioja se diferencian de los de Buenos Aires, La Pampa y Río Negro por presentar más grosera e irregular la puntuación de la cabeza y pronoto, y en este último en los ♂♂ la depresión anterior es mucho menos acentuada e igualmente son menos notables las gibas del borde superior de la misma; además, los élitros son más groseramente estriado-punteados. Es muy probable que nos hallemos en presencia de una subespecie, pero para poder fijarla perfectamente es necesario la captura de grandes poblaciones en distintos sitios y ver las formas intermedias. Por el momento creemos más conveniente mantener a todos como una sola entidad específica, dejando sentadas estas observaciones.

Allidiostoma porteri (Ruiz)

1924, *Idiostoma Porteri* Ruiz, Rev. Chil. Hist. Nat., 28: 100-101, fig. 12.
1944, *Allidiostoma porteri* Blackwelder in U. S. Nat. Mus., Bull. 185 (2): 217.
1950, *Allidiostoma porteri* Gutiérrez, Arthropoda, 1 (2/4): 268.

De esta especie chilena conozco 2 ♂♂ y 1 ♀ de la localidad típica Lonquimay, que me fueron remitidos por mi malogrado amigo y colega chileno don Ramón Gutiérrez A., y una veintena de ♂♂ y ♀♀ de la Argentina, Neuquén, Parque Nacional Lanín, San Martín de los Andes, capturados por los ingenieros S. Shajovskoy y P. Petrovsky, que coinciden en todo con los ejemplares chilenos, excepto en el tamaño, sensiblemente más grande en los ejemplares argentinos. Hago notar que, en la descripción original, el tamaño, que da Ruiz es de 12 lín. de largo y 7 lín. de ancho, y el que no alcanza siquiera por aproximación la mayor especie del género hasta ahora conocida y que es la genotípica *A. rufa* (Arrow), que llega a los 16,5 mm de largo, y teniendo los ejemplares de *porteri* de la Argentina ♂♂ y ♀♀ entre los 14 y 15 mm de largo y habiendo entre éstos una ♀ de 15,5 mm. Los ejemplares topotípicos de *porteri* de mi colección miden 12,5 mm de largo aproximadamente. ¿No habrá sido 12 mm de largo y no 12 lín. lo medido por Ruiz?.

Incorporo esta especie como nueva para la entomofauna argentina.

Allidiostoma hirta (Ohaus)

1910, *Idiostoma hirtum* Ohaus, Deutsche Ent. Zeitschr., 173-174.
1912, *Idiostoma hirtum* Arrow in Junk, Col. Cat., 19 (43): 34.
1913, *Idiostoma hitrum* Schmidt in Wytsman, Gen. Ins., 150: 50.
1944, *Allidiostoma hirta* Blackwelder in U. S. Nat. Mus., Bull. 185 (2): 217.

Esta especie fué descrita originariamente del río Chubut, alcanzando su distribución por el norte a Neuquén, de donde la tengo del Parque Nacional Lanín, San Martín de los Andes, de Zapala y de Pino Hachado. Como en el caso de *A. strobeli* y *A. porteri*, la ♀ de esta especie tampoco ha sido caracterizada, pudiéndoselo efectuar señalando las diferencias para con el ♂.

♀: Cabeza con el borde clipeal en arco levemente sinuoso, sin escotadura medial; armadura cefálica consistente en una elevación tuberculiforme poco notable y lisa; superficie con puntuación grosera e irregular, salvo sobre el tubérculo y el borde caudal del occi-

pucio, que son lisos. Pronoto regularmente convexo, total y no muy aglomeradamente punteado, los puntos ocelados, poco más espaciados sobre el disco.

Largo: 6,8-6,2 mm; ancho del pronoto: 2,1-2 mm; ancho elitral: 4,2-3,9 mm aproximadamente.

Alotipo ♀ de la Argentina, Neuquén, Pino Hachado (Juan M. Bosq-leg.) en mi colección.

Todos los ejemplares ♂♂ y ♀♀ de mi colección responden bien a la descripción de Chaus, salvo en lo referente a los pelos largos de los élitros, que son microscópicos, habiendo lateralmente, sobre el borde, algunos pelos poco más largos y conspicuos.

Allidiostoma ramosae Martínez

1947, *Allidiostoma ramosi* Martínez, Rev. Soc. Ent. Arg., 13: 277-280.

Nuevos ejemplares ♂♂ y ♀♀ de esta especie he determinado de las provincias de Salta, Catamarca, Tucumán y Jujuy.

En la descripción original se deslizó un error, dado que, como se aclara en aquélla, la especie está dedicada a una señorita, por lo que la terminación debe ser *ae* y no *i* como figura escrito.

A continuación, y para facilitar el reconocimiento de todas las especies actualmente descritas de *Allidiostoma*, doy la siguiente llave:

1. Clípeo dentado 2
   Clípeo sin dientes, a lo sumo el borde truncado y ligeramente escotado en su medio 8
2. Clípeo bidentado 3
   Clípeo tridentado, lateralmente con el ángulo levantado. Elitros brillantes y con estrías microscópicas Argentina.
   1. *Allidiostoma monros-muntañolae* Martínez
3. Clípeo con los ángulos laterales obtusos y muy redondeados. 4
   Clípeo con los ángulos laterales rectos 7
4. Pronoto claramente punteado, menos sobre el disco y más fuerte lateralmente 5
   Pronoto débil y escasamente punteado (♂ menos, ♀ algo más), clípeo con dos pequeños dientes paramedios. Elitros muy débilmente estriados y con notable brillo dorsalmente. Chile. ... 2. *Allidiostoma landbecki* (Philippi).
5. Dientes clipeales pequeños pero notables 6
   Dientes clipeales apenas indicados, bien separados y entre ellos con una escotadura muy débil. Pronoto con las gibas (♂) muy notables, en la ♀ con el surco ancho. Elitros estriados, la 1ª estría en la mitad proximal impunteada. Superiormente de color castaño oscuro algo brillante, ventral-

mente cubierto de pelosidad muy tupida de coloración amarillo dorada. Chile, Argentina .... 3. *Allidiostoma porteri* (Ruiz)

6. Pronoto (♂) con las gibas prominentes y muy aparentes; ♀ con un surco longitudinal notable y ancho; dientes clipeales aproximados. Interestrías de los élitros lateralmente con rugosidades y puntos notables (♀ más, ♂ menos acentuados). Argentina, Chile .... 4. *Allidiostoma rufa* (Arrow)

Pronoto (♂) con las gibas poco notables; ♀ sin surco, el que es reemplazado por una banda longitudinal lisa. Dientes clipeales separados. Elitros en las interestrías laterales con escasos y débiles puntos. Chile.
5. *Allidiostoma bosqui* Gutiérrez

7. Pronoto densa y fuertemente punteado lateralmente y atrás (♂); ♀ totalmente, siendo los puntos más débiles en el disco. Clípeo con los dientes paramedios muy salientes, a los costados con los ángulos dentiformes y muy amplia escotadura entre éstos y los dientes paramedios. Elitros con las estrías punteadas microscópicamente. Argentina.
6. *Allidiostoma halffteri* sp. n.

♀ con el pronoto débilmente punteado. Clípeo con los dientes paramedios muy pequeños y aproximados, lateralmente con los ángulos no formando diente. Elitros con la 1° estría muy débilmente punteada, los restantes aparentemente impunteadas. Chile, Perú.
7. *Allidiostoma simplicifrons* (Fairmaire)

8. Elitros dorsalmente glabros 9

Elitros dorsalmente con pelos o cerditas microscópicas Argentina.
8. *Allidiostoma hirta* (Ohaus)

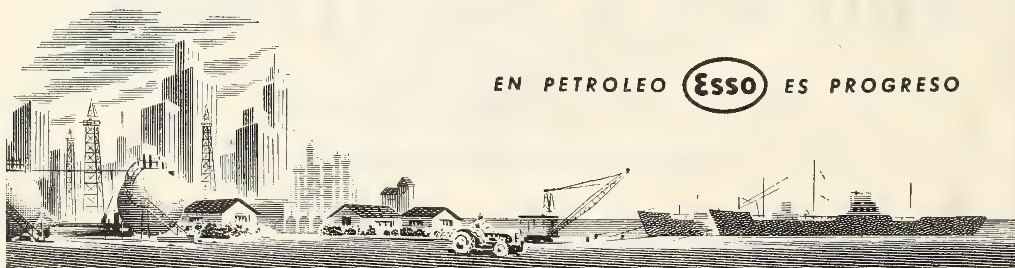
6. Clípeo con el borde anterior débilmente sinuoso y no aparentando formar dos dentículos paramedios. Diente distal de las tibias anteriores lobuliforme. Color castaño oscuro. Argentina ... 9. *Allidiostoma ramosae* Martínez

Clípeo con el borde anterior truncado ligeramente y débilmente escotado. Diente distal de las tibias anteriores aguzado. Color general pardo rojizo. Argentina .... 10. *Allidiostoma strobeli* (Steinheil)

Para finalizar agradezco a las autoridades de la Sección Entomología del Instituto Nacional de Investigaciones de las Ciencias Naturales de Buenos Aires y al señor Juan M. Bosq por el material cedido en préstamo y obsequio para su estudio y a mi amigo y compañero Aníbal R. Bezzi por el diseño que ilustra este trabajo.

INDICE GENERAL

MATERIAS CONTENIDAS EN EL TOMO CIENTO SEXAGESIMO





PFIZER EN LA ARGENTINA
PFIZER
16 TABLETAS
Terramicina*
Anfótera Cristalina
de Fábrica de la Oxitetraciclina Anfótera
TABLETAS
(RECUBIERTAS DE AZUCAR)
250 MG.
DE TERRAMICINA (OXITETRACICLINA) POR TABLETA
VENTA BAJO RECETA MEDICA
CHAS. PFIZER & CO., INC.
NEW YORK ESTABLISHED 1849 U.S.A.

ANALES

DE LA

SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA

DIRECTOR: ALBERTO G. URCELAY

TOMO CLXI

BUENOS AIRES
AVDA. SANTA FE 1145

1956

ANALES

DE LA

SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA

DIRECTOR: ALBERTO G. URCELAY

ENERO-MARZO 1956 — ENTREGAS I, II y III — TOMO CLXI

SUMARIO



BUENOS AIRES
AVDA. SANTA FE 1145

1956

ADVERTENCIA. — Los colaboradores de los Anales son personalmente responsables de la tesis sustentada en sus escritos. Tienen derecho a la corrección de dos pruebas. Los que deseen tirada aparte de 50 ejemplares de sus artículos, deben solicitarla por escrito. **Artº 10 del Reglamento de los "ANALES"** (modificado por la J. D. en su sesión de fecha 4 de septiembre 1941). Los escritos originales destinados a la Dirección de los "Anales", serán remitidos a la Gerencia de la Sociedad, avenida Santa Fe 1145, a los efectos de registrar la fecha de entrega para luego enviarlos al señor Director. La Sociedad no tomará en consideración las observaciones de los autores que se refieran a cualquier anormalidad, si no se ha cumplido con el requisito indicado.

Impreso en los Talleres Graficos "TOMAS PALUMBO" - La Madrid 311-325 - Buenos Aires

A los 80 años ..

Anales de la Sociedad Científica Argentina cumple ochenta años de periodismo técnico-científico; un arduo vivir a través de muchas etapas del desarrollo social, intelectual y económico argentino. Las mutaciones de ambiente, de hombres y de ideario reflejan la marcha acelerada de todos los valores del país.

La Sociedad Científica Argentina fué la empresa inicial de decididos ideales juveniles; el deseo de hacer, desbordando la realidad del medio. Fué la fuerza interior de unos pocos con vigor irrefrenable; la acción de mentes iluminadas presintiendo las grandes metas; el contenido afán sobreponiéndose al modesto relieve del momento.

Zeballos que, con Valiente Noailles, Dillon y Barabino, fué iniciador de la Sociedad Científica Argentina. redactó las primeras « Bases y Estatutos » de dicha Sociedad e inició en 1874 la publicación de los « Anales Científicos Argentinos » de su creación. De ella aparecieron dos números de nutrido contenido científico y posteriormente entregó dicha publicación a la mencionada Sociedad.

Así pues, a poco más de tres años de su creación, la Sociedad Científica Argentina puso en circulación su órgano oficial. No fué un acto vacilante o el resultado de un rapto de entusiasmo. La sede del pensamiento y de las inquietudes científicas de la época necesitaba esa hoja para difundir ideas y preocupaciones. La savia intelectual debía vivificar el ámbito de innúmeros problemas y conocimientos vernáculos, demorados por dolorosas luchas fraternas primero, y posteriormente diferidos durante las primeras décadas de la organización institucional del país.

Por ello, Anales nació con proyección de futuro; todo fué cuidadosamente dispuesto: nombre, numeración, formato, tipografía; esas normas debían regir los sucesivos tomos, a través de cada entrega. Hoy, ininterrumpidamente, ofrece el excepcional acontecimiento bibliográfico de ciento sesenta tomos de invariable factura.

El medio social de aquel Buenos Aires reducido tuvo su expresión más caracterizada en las reuniones familiares; allí se conversaba sobre los temas de actualidad, las corrientes literarias y las expresiones artísticas.

ANALES

DE LA

SOCIEDAD CIENTÍFICA ARGENTINA

COMISION REDACTORA

Presidente	D. Pedro Pico.
Secretario	Dr D. Estanislao S. Zeballos.
Vocales	D. Guillermo Villanueva.
	D. Pedro N. Arata.
	D. Juan J. J. Kyle.

ENERO DE 1876. — ENTREGA I. — TOMO I

PUNTOS DE SUSCRICION

LOCAL DE LA SOCIEDAD, PERÚ, 92, Y EN LAS PRINCIPALES LIBRERÍAS

BUENOS AIRES

IMPRENTA DE PABLO E. CONI, ESPECIAL PARA OBRAS

60 — CALLE POTOSÍ — 60

1876

ÍNDICE DE LA PRESENTE ENTREGA

Resulta natural, entonces, que los estudiosos constituyeran su hogar en la sede de la Sociedad Científica Argentina. En las periódicas tertulias nocturnas de la calle Perú 92 se exponían y se discutían los temas de las revistas y de los libros en el incesante aporte al progreso del conocimiento. También fueron temas los elementos de juicio reunidos o los resultados de las investigaciones, de las primeras obras fundamentales de la ingeniería argentina, de las exploraciones a los lugares de nuestro poco conocido solar.

De dicha tertulia participó lo más descollante de la intelectualidad argentina de entonces, y en ella se esclarecieron los grandes lineamientos del saber y de los estudios del país y se decidió o se auspició la realización de muchas iniciativas.

Anales de la Sociedad Científica Argentina fué el órgano de difusión de la obra de ese hogar, así como el portavoz del movimiento científico finisecular.

Se debe recordar que lo compartieron también el Boletín de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba, institución fundada por Sarmiento, y la Revista Técnica que fué creación y propiedad del consocio D. Enrique Chanourdie.

Desde los albores del presente siglo, a raíz del progreso técnico y científico del país, se crearon nuevas asociaciones de ciencias y profesiones, retoños muchas veces de la pródiga Sociedad Científica; por ello la especialización creciente le fué reduciendo el contenido total de las primeras décadas.

Nacen, así, otras importantes revistas argentinas que comparten con Anales la publicación de la obra científica más reciente. Es auspicioso destacarlo como índice del mayor número de investigadores y estudiosos que posee el país y del más extenso y diversificado ámbito de las especializaciones.

La Sociedad Científica Argentina no ahorró esfuerzos en mantener ininterrumpidamente sus Anales, a pesar de haber atravesado por períodos difíciles, casi siempre de naturaleza económica y, muy recientemente, por uno muy grave que la afectó en sus derechos.

Los escollos, una vez superados, vitalizan y vigorizan las decisiones; así se sustenta Anales de la Sociedad Científica Argentina. En su larga vida ha acumulado un sabio y honroso patrimonio; en el devenir, su meta es la del progreso de los conocimientos científicos argentinos.

José S. Gandolfo

ALGUNOS ASTEROIDEOS DE ANTARTIDA (*)

POR

IRENE BERNASCONI (**)

Resumen — Se describen los ejemplares correspondientes a trece especies de asteroideos, coleccionados por el profesor A. Nani en las islas Shetland del Sur y la Península Antártica, durante la expedición argentina al Antártico de 1952-53

Summary. — The specimens corresponding to thirteen species of Asteroides collected by professor A. Nani in the South Shetland Is. and the Antartic Península during the Argentine Antartic Expedition 1952-53, are described.

Durante el viaje que hizo a la Antártida en Enero-Marzo de 1953, el profesor A. Nani, enviado por el Instituto Antártico Argentino, tuvo la oportunidad de coleccionar Asteroideos (estrellas de mar) que aún siendo especies conocidas, ofrecen interés por proceder de localidades tan lejanas.

Ya figuran en las colecciones de expediciones antárticas tan renombradas como las francesas « Français » y « Pourquoi-pas? », inglesas « Nimrod », « Discovery », etc., belga como « Bélgica »; algunos nombres específicos lo atestiguan como *Lysasterias belgicae, Psilaster charcoti,* etc.

Sería de desear que estos viajes de estudio se intensifiquen y que se pudiera hacer allá mismo observaciones en vivo, pues estos animales se prestan muy bien para experiencias sobre reproducción, como por ej., los distintos modos de incubación; observaciones sobre reducción del esqueleto calcáreo dorsal, marginal y ventral como puede observarse en especies de *Lysasterias* y *Perknaster;* desde que los juveniles son normales, este proceso de descalcificación se acentúa con la edad por alteración del metabolismo del

(*) Contribución del Instituto Antártico Argentino nº 1.

(**) Adscripta *ad honorem* al Departamento de Zoología, Sección Protozoología e Invertebrados del Museo Argentino de Ciencias Naturales de Buenos Aires.

calcio, como si éste fuera requerido por otras partes más necesarias y quizás para la cría. Es ya un hecho sabido, la falta de sales de calcio en los mares antárticos; quizás se relacione con esto la abundancia de especies incubadoras comparando con las especies afines árticas que no presentan este fenómeno.

En cuanto a la distribución geográfica, comparando con las colecciones del « Challanger », del « Gauss », etc., que actuaron en otros cuadrantes, se comprueba la dispersión circumpolar de algunas especies típicamente antárticas, mientras que otras siguen el arco de las Antillas Australes (I. de los Estados, Georgias del Sur, Sandwich del Sur, Orcadas del Sur, Shetland del Sur) demostrando su afinidad con las especies subantárticas, por ej., *Labidiaster annulatus* afín de *L. radiosus*.

La colección del profesor A. Nani procede de I. Shetland del Sur (Bahía Luna, entre I. Livingston e I. Greenwich, 62°30'S, 60°W) y Península Antártica, por rastreos efectuados en la costa.

Doy a continuación la descripción de 13 especies de Asteroideos, dejando para más adelante la discusión de algunas de ellas y otras observaciones sobre los tumores que presentan en los brazos, probablemente ocasionados por algún parásito.

Astropectinidae Gray.

1. *Psilaster Charcoti* (Koehler)

Lám. III, figs. 3-4.

Ripaster Charcoti. Koehler. 1906. 1e. Exp. Ant. « Francais », p. 4. Lám. III, 20, 21, 31, 32.

Ripaster longispinus. Koehler, 1920. Austr. Ant. Exp. « Aurora », p. 260. Láms. LI, 5-8; LII, 2-4; LXXII, 2.

Psilaster charcoti. Fisher, 1940. « Disocvery » Rep., p. 93.

Se coleccionó un hermoso espécimen ♂, $R = 100$ mm $r = 30$ mm, $R = 3{,}3\, r$, de forma pentagonal con brazos adelgazados paulatinamente hasta la extremidad puntiaguda; corresponde en todos sus caracteres a *P. longispinus* de Koehler.

Toda la superficie abactinal del disco y brazos están cubiertos por paxilas pequeñas, apretadas, que llevan aproximadamente 11 púas marginales y 3-4 centrales; en la parte distal del brazo, las paxilas reducen su tamaño hasta ser púas. La placa madrepórica, pequeña, está próxima al borde del disco.

Las paredes laterales de los brazos son verticales y bien limitadas por las placas marginales angostas y altas; las súpero-marginales forman un borde pequeño a cada brazo, visible desde arriba y tienen 5-6 púas escamiformes agudas y numerosas puítas; las placas ínfero-marginales con igual número y forma de púas, pero más largas que las anteriores.

La superficie actinal está cubierta por placas con púas cortas, erguidas; las adambulacrales llevan 5 púas, que forman en cada placa un peine paralelo al surco. Ambulacros biseriados, grandes, sin ventosa terminal, pero sustituída por un pequeño botón puntiagudo. Las placas orales, grandes y salientes, llevan sobre el borde ambulacral, unas 12 púas aplanadas, obtusas y a cada lado de la línea media otra hilera de púas cortas, ensanchadas en la extremidad.

Fisher llega a la conclusión de que las 2 especies de Koehler, no son más que variedades de la especie típica *P. charcoti,* pues al observar numerosos ejemplares, encuentra todas las formas intermedias, correspondiente a *charcoti,* los de púas súpero-marginales más cortas y a la forma *longispinus* los de pús más largas.

Localidad: Islas Shetland del Sur, Bahía Luna.

Distribución geográfica: Especie circumpolar, de amplia dispersión; corresponden a la forma *charcoti* los procedentes de I. Georgias del Sur y a la forma *longispinus* los del Archipiélago Antártico (I. Clarence, I. Shetland del Sur, Arch. Palmer, I. Wandel, I. Biscoe). Fueron coleccionadas por las expediciones francesas e inglesas a las cuales corresponden otras localidades citadas, como: I. Orcadas del Sur, I. Sandwich del Sur, I. Bouvet y Mar de Ross.

Odontasteridae Verrill.

2. *Odontaster validus* Koehler.

Lám. IV, figs. 3-4.

Odontaster validus. Koehler, 1906. 1e. Exp. Ant. « Francais », p. 6. Lám. III, 22-26.

Gnathaster validus. Koehler, 1923. Astéries et Ophiures. Exp. Ant. suédoise, p. 84.

Odontaster validus. Fisher, 1940. « Discovery » Reports, p. 101.

El mayor de los 2 ejemplares coleccionados ($R = 43$ mm, $r = 18$ mm, $R = 2{,}3\,r$), concuerda en todos sus caracteres con la especie

de Koehler, presentando la superficie dorsal un aspecto muy uniforme por la disposición regular de las paxilas del disco y brazos, en donde forman hileras longitudinales y transversales. Cada paxila tiene unas 10 puítas periféricas y 2-3 centrales; son cilíndricas, lisas y terminan a igual altura en un manojo compacto homogéneo. La placa madrepórica, poco saliente, está situada a igual distancia entre el centro y el borde.

Las placas súpero e ínfero-marginales, en igual número, limitan la pared lateral y sus púas tienen el mismo aspecto que las anteriores.

La superficie actinal tiene también aspecto homogéneo por la disposición oblícua de sus placas con 4-6 púas cilíndricas en cada una de ellas. Las púas adambulacrales están dispuestas en 3 series, cada una de ellas con 2 púas oblícuas, pero a la tercera puede agregársele otra púa y así se confunde con las actinales. Ambulacros típicamente biseriados. Las placas orales presentan el diente (característica de esta familia) encorvado hacia afuera y con la punta aguda, algo vítrea; el borde libre de cada placa tiene 5 púas.

El otro ejemplar es un juvenil de $R = 13$ mm, que ya presenta los caracteres de la especie.

Localidad: Islas Shetland del Sur, Bahía Luna.

Distribución geográfica: Es especie circumpolar, típicamente antártica, pero alcanza en su dispersión hacia el N. hasta las Islas Georgias del Sur y Shag Rocks (subantárticas). Otras localidades citadas: Islas Orcadas del Sur, I. Sandwich del Sur, I. Bouvet. Parece dudosa la procedencia I. Malvinas indicada por Koehler.

3. *Acodontaster elongatus* (Sladen)

Lám. IV, figs. 1-2.

Gnathaster elongatus. Sladen, 1889. « Challenger » Asteroidea, p. 288. Láms. XIX, 5-6; XLVIII, 1-4; XLIX, 5-10.

Acodontaster elongatus. Fisher, 1940. « Discovery » Repoits, p. 109.

Se ha coleccioado un hermoso espécimen, $R = 100$ mm, $r = 38$ mm, $R = 2{,}6\ r$, de forma pentagonal con brazos adelgazados en sus bordes y en la extremidad, en donde se ven las últimas placas marginales desnudas.

Las placas abactinales bajas, no tabuladas, están cubiertas por

9-15 gránulos bajos, espiniformes, semejantes entre sí; constituyen las pseudo-paxilas circulares cuya disposición es muy regular en el disco y brazos; entre ellas hay pequeños espacios papulares. La placa madrepórica, está rodeada por pseudopaxilas ovaladas, excepto la adoral que es algo semilunar.

Las placas marginales forman un borde angosto a los brazos; las súpero-marginales con gránulos uniformes, son pequeñas, subromboidales, unidas por suturas oblícuas, cuyo borde interno está más próximo de la extremidad que el otro; a cada placa corresponden 2 hileras transversales de pseudopaxilas; en el ángulo interbraquial hay una plaquita triangular equilátera, que no alcanza al borde. Las placas ínfero-marginales, iguales en número y caracteres, están separadas de las anteriores por un canal horizontal-nítido; la placa impar es un triángulo isósceles.

Las áreas interradiales son extensas, con numerosas pseudopaxilas cubiertas por gránulos espiniformes, más grandes y puntiagudos en el ángulo oral.

Placas adambulacrales con 4-5 pares de púas en series transversales; la serie del surco tiene púas cilíndricas, afiladas, algo mayores. Ambulacros biseriados, con ventosa grande.

Sobre las placas orales son visibles los 5 dientes grandes, encorvados hacia afuera y con la extremidad vítrea.

Localidad: I. Shetland del Sur, Bahía Luna.

Distribución geográfica: Especie subantártica y antártica circumpolar de amplia dispersión. Los especímenes del « Challenger » proceden de I. Marion, I. Kerguelen, I. Heard; corresponden pues, al cuadrante africano de Antártida.

Ganeriidae

4. *Perknaster fuscus antarcticus* (Koehler)

Lám. V, fig. 3.

Cryaster antarcticus. Koehler, 1906. 1e. Exp. Ant. « Français», p. 24. Láms. I, 1; II, 10.

Cryaster antarcticus. Koehler, 1920 Austr. Ant. Exp. « Aurora », p. 126. Láms. XXVII, 4,7-10; XXIX, 1; XXX, 1,6; LXXV, 2.

Perknaster fuscus antarcticus. Fisher, 1940. « Discovery » Reports, p. 137. Fig. B, 1-1a; Lám. VI, 2.

Es representante típico antártico-subantártico, muy bien estudiado por Koehler con el material conseguido en distintos sectores de Antártida. Fisher (loc. cit. p. 133) pudo hacer una revisión completa del género, incluyendo al género *Cryaster* de Koehler (1906) en la sinonimia de *Perknaster* de Sladen (1889) por tener prioridad. Según el mismo autor, estas especies tienen amplia distribución y siendo polimorfas, forman subespecies como ésta en estudio, o bien pueden ser especies bien diferenciadas; sólo cuando se consiga abundante material podrán aclararse estas dudas.

En los ejemplares adultos, es notable la reducción del esqueleto calcáreo abactinal y marginal, quedando las púas implantadas directamente en la piel, sobre una plaqüita basal rudimentaria. Sólo persiste el esqueleto ambulacral y adambulacral, por eso al secarse el animal, aparecen los surcos ambulacrales ensanchados, por falta de rigidez de la piel dorsal que se aplana notablemente.

Este espécimen juvenil, $R = 35$ mm, $r = 8$ mm, $R = 4{,}3\,r$, es muy semejante al de Koehler (1920, loc. cit. p. 126; XXVII, 4,8) por su forma y aspecto, con brazos largos y angostos apenas ensanchados en la base; el tegumento es blando y forma pliegues o verrugas alrededor de cada púa. En el disco sobresale la placa madrepórica circular, grande, rodedada por unas 15 púas algo mayores. Toda la superficie abactinal del disco y brazos está cubierta por púas pequeñas (0,5 mm), cilíndricas, estriadas en la extremidad, insertas directamente en la piel, como se observa alrededor de la placa madrepórica; se presentan aisladas o en grupitos de 2 púas. En el centro, sobre una pequeña prominencia, se percibe el ano rudimentario.

Las placas marginales no muy nítidas, forman la pared lateral; las ínfero-marginales adyacentes a las adambulacrales, tienen una púa recostada hacia el borde superior; las súpero-marginales con 1-2 púas, muy semejantes a las abactinales.

Superficie actinal con púas aisladas o en grupos de 2 púas algo mayores que las abactinales y como ellas, están cubiertas por vainas tegumentarias que las ocultan en gran parte, formando verrugas o pústulas alrededor de cada púa. Placas adambulacrales con 3 púas dispuestas en abanicos transversos; la interna (2 mm) espatuliforme, es la mayor; la segunda es cilíndrica, bastante más pequeña y a veces algo aplanada en la extremidad, la tercera es

una puíta rudimentaria, a la cual puede agregarse una cuarta semejante. Surcos ambulacrales angostos, con ventosa grande y aplanada. No observo pápulas. Placas orales con 4 púas; la interna grande espatuliforme, es semejante a la púa adambulacral mayor.

LOCALIDAD: Islas Shetland del Sur, Bahía Luna.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA: Probablemente circumpolar, es uno de los Asteroideos que alcanza latitudes más altas; fué coleccionado entre lat. 65°-77°32′ lat. S. (Mar de Ross) y en el cuadrante americano a lo largo del Archipiélago Antártico.

ASTERIIDAE GRAY

5. *Labidiaster annulatus* Sladen

Láms. I, fig. 1; II, fig. 1.

Labidiaster annulatus. Sladen, 1889. « Challenger » Asteroidea, p. 595. Láms. CVIII, 1.
Labidiaster radiosus. Koehler. 1906. 1e. Exp. Ant. « Francais », p. 24.
Labidiaster annulatus. Fisher. 1940. « Discovery » Reports., p. 219. Fig. I, 3-3e.

Esta especie se caracteriza por el número considerable de brazos (hasta 50) que se desprenden fácilmente del disco y pueden regenerar, por eso sus diversos tamaños. Se han coleccionado 2 especímenes muy bien conservados, el mayor ($R = 150$ mm) tiene 43 brazos normales y 2 brazos rudimentarios visibles dorsalmente; el otro ($R = 80$ mm) tiene 32 brazos, siendo algunos muy pequeños.

Se diferencia de L. *radiosus* Lütken por la atrofia rápida del esqueleto abactinal de los brazos en su mitad distal; por el disco relativamente más grande y por tener púas uniformes y más numerosas sobre el disco y brazos; además los pedicelarios cruzados son muy grandes y numerosos.

El disco ovalado, tiene placas reticuladas que forman grandes mallas, con púas pequeñas en el centro y algo mayores en su borde; sin pedicelarios cruzados, sólo se observan algunos pedicelarios rectos dispersos. En los brazos, los pedicelarios cruzados, muy grandes, forman anillos visibles a simple vista, especialmente en la extremidad de ellos.

En el otro espécimen, llama la atención en los brazos, la abundancia de pedicelarios cruzados muy grandes.

Localidad: Islas Shetland del Sur, Bahía Luna.

Distribución geográfica: Es el representante antártico del género *Labidiaster,* de amplia dispersión en el cuadrante americano y africano, aunque se extiende hacia el N. hasta localidades subantárticas, como: I. Kerguelen, I. Heard, I. Georgias del Sur y Shag Rocks.

Su especie afín, *L. radiosus* es típica de la costa sur de Sudamérica y Meseta de Las Malvinas.

6. *Notasterias bongraini* (Koehler)

Lám. III, figs. 1-2.

Autasterias Bongraini. Koehler. 1912. 2e. Exp. Ant. « Pourquoi-pas? », p. 26. Lám. II, 10, 11.
Notasterias bongraini. Fisher. 1940. « Discovery » Reports p. 227. Fig. J, 3-3a; 2 c, d, e.

Un espécimen en seco, $R = 50$ mm, $r = 7$ mm, $R = 7\,r$, con disco pequeño y brazos largos, afilados en la extremidad. En el disco se observa un círculo de 10 placas (5 radiales y 5 interradiales) que uniéndose por plaquitas intermedias con la central, limitan 5 áreas triangulares; una de las placas interradiales es la madrepórica. En los brazos, las placas limitan mallas irregulares, grandes, alargadas transversalmente; la serie carinal es poco saliente y sus placas tienen 4 lóbulos; de éstos, el lóbulo proximal cubre el distal de la anterior; los lóbulos transversales se unen con las placas súpero-marginales correspondientes por intermedio de osículos que forman puentes transversos, como rudimento de una serie dorsolateral algo irregular. Las placas del disco y brazos llevan púas cilíndricas, estriadas en la extremidad (generalmente rotas); las placas intermedias también tienen púas algo más pequeñas.

Es notable el tamaño de los pedicelarios cruzados distribuídos sobre las placas carinales, látero-dorsales y marginales, en la base de las respectivas púas; pueden alcanzar 1 mm de longitud y la presencia de un gancho terminal grande les da el aspecto de cabeza de ave.

La pared lateral vertical, está limitada por ambas placas marginales que forman entre sí áreas rectangulares desnudas, sólo hay grandes pápulas; las súpero-marginales tienen 2-3 pedicelarios cruzados en su base, formando un semicírculo; las placas ínfero-mar-

ginales también tienen estos pedicelarios en su base, pero no parecen formar el semicírculo característico como indica Koehler, ni son tan abundantes.

Placas adambulacrales diplacántidas, con pocos pedicelarios rectos en los surcos próximos a los ángulos orales; en el reducido espacio entre éstas y la ínfero-marginales, hay algunas placas actinales con púas, en la mitad proximal de los brazos.

Como hay algunas divergencias en las descripciones de Koehler y Fisher, dejo para más adelante la discusión de esta especie, que por ahora determino como *N. bongraini,* no asegurándolo debido al deterioro de las púas y pedicelarios.

Localidad: Península Antártica.

Distribución geográfica: Fué coleccionado en las Islas Shetland del Sur; además en el cuadrante australiano de Antártida (mar d'Urville y frente a Tierra Guillermo II).

7. *Lysasterias joffrei* (Koehler)

Paedasterias Joffrei. Koehler. 1920. Austr. Ant. Exp. « Aurora», p. 30. Láms. I, 3, 4, 9; II, 7-9; LVI, 2.

Lysasterias Joffrei. Fisher. 1940. « Discovery » Reports, vol. XX, p. 245.

Un espécimen ♂, conservado en alcohol, $R = 105$ mm, $r = 15$ mm, $R = 7\,r$.

Tuve que separar un brazo y prepararlo en seco, para poder observar la atrofia del esqueleto abactinal, del cual sólo quedan algunas plaquitas rudimentarias dispersas y unas tres plaquitas carinales algo mayores, con púas. Dorsalmente se perciben las pústulas secas, sin púas, pero reemplazadas por pedicelarios cruzados pequeños, uniformes. Las pústulas que corresponden a las placas súpero-marginales son más grandes que las abactinales, con pedicelarios cruzados y algunos pedicelarios rectos (0,5 mm), pero cerca de la extremidad del brazo se sustituyen por púas cilíndricas, algo frágiles, con la extremidad finamente dentada.

Cada placa ínfero-marginal lleva una púa cilíndrica, aplanada en la extremidad y un collar de pedicelarios cruzados (0,5 mm) más grandes que los abactinales. En el espacio entre ambas placas marginales hay pedicelarios rectos.

También es notable la atrofia del esqueleto marginal visto inte-

riormente: las placas ínfero-marginales son ovaladas, correspondiendo una de ellas, para 3 placas adambulacrales contiguas; a cada placa se le agrega una plaquita alargada, costiforme, dirigida oblícuamente hacia arriba (a veces son 2-3 plaquitas rudimentarias sucesivas en lugar de la anterior), la última de las cuales se considera placa súpero-marginal, no conectada con las que forman la serie longitudinal.

Como el ejemplar está conservado en líquido no puedo observar otros caracteres del disco y brazos, pues la piel, aunque delgada, es resistente y está cubierta por pústulas mamilares apretadas (aspecto de coliflor), que ocultan a los numerosos pedicelarios cruzados y pápulas que hay entre ellas. Ofrece un aspecto semejante al representado por Koehler (loc. cit. lám. II, 7), notándose igualmente en los brazos, las pústulas ínfero-marginales, de las que asoman 1 (a veces 2) púas para cada pústula.

Las placas adambulacrales monacántidas, no ofrecen caracteres especiales, excepto sus pedicelarios rectos, pedunculados, grandes valvas de 0,5 mm), situados en la base de cada púa, sobre el surco. Ambulacros tetraseriados.

Por algunos de los caracteres citados, el espécimen en estudio, tiene mucha afinidad con *L. hemiora* Fisher, siempre que esta especie sea válida.

Localidad: Islas Shetland del Sur, Bahía Luna.

Distribución geográfica: Hay pocas referencias de esta especie incubadora, que sólo fué coleccionada por la Expedición Antártica Australiana, en el mar D'Urville y por el « Discovery » en el mar de Ross e Islas Shetland del Sur.

8. *Lysasterias belgicae* (Ludwig)

Lám. VI, fig. 6.

Anasterias Belgicae. Ludwig. 1903. Exp. An., « Belgica », p. 51. Lám. VI, 61-65; VII, 66-67.

Lysasterias belgicae. Fisher. 1930. Smithsonian Inst., U. St. Nat. Museum. Bull. 76, p. 236.

Se ha coleccionado un espécimen ♀, en seco, $R = 160$ mm, $r = 25$ mm, $R = 64\,r$. Aunque con ciertas dudas, por estar mal conservado, lo identifico con esta especie incubadora, a la cual creo

debe pertenecer la cría encontrada en el mismo recipiente, desde que el animal tiene aún adheridos algunos huevos o embriones.

Es notable la reducción del esqueleto calcáreo abactinal; la piel seca, es muy delgada y casi transparente, dejando percibir las placas ambulacrales en la mitad distal del brazo.

La superficie dorsal presenta numerosas pústulas con pedicelarios cruzados y unas pocas plaquitas dispersas que llevan púas cónicas alargadas (2,5 mm). Sobre el disco se observa un anillo de placas, siendo algo mayores las interbraquiales (una de ellas es la placa madrepórica circular y abultada); de estos ángulos parten algunas plaquitas rudimentarias que llegan hasta las placas marginales; en el interior del anillo hay algunas plaquitas y pedicelarios rectos.

También hay reducción del esqueleto marginal, que forma arcos oblicuos en la pared lateral de los brazos; las placas ínfero-marginales, contiguas a las adambulacrales, son monacántidas, con púas espatuliformes rodeadas por un anillo de pedicelarios rectos y cruzados. Las plaquitas súpero-marginales atrofiadas, llevan una púa cilíndrica más pequeña que la anterior, pero igualmente con una corona de pedicelarios cruzados en la base, que a veces pueden sustituir a las mismas púas.

Cada placa adambulacral lleva una púa espatuliforme, grande, aplanada, en cuya base hay un pedicelario recto, pedunculado, cuyas valvas miden casi 1 mm; estos pedicelarios forman una serie longitudinal a cada lado del surco ambulacral. No hay púas actinales, sólo se notan algunas plaquitas rudimentarias y algunos pedicelarios rectos en los ángulos interbraquiales ventrales.

Como dije anteriormente, la cría debe corresponder a este animal, pues tiene el mismo aspecto del que representa Ludwig para esta especie (loc. cit., Lám. VII, 69-72). Está constituída por una conjunto de juveniles, unidos mediante cordones larvales a un cordón único, que debería tener alguna adherencia con el cuerpo de la madre, aunque no muy firmes, desde que se desprende tan fácilmente.

Los juveniles son pequeñas masas globosas con cinco glóbulos que ya le dan contorno pentagonal; muestran hacia afuera la cara dorsal abovedada, en cuyo centro, una manchita blanca podría ser el ano en formación. Ventralmente se observa el cordón larval que parte de un ángulo interbraquial próximo al lugar de

la boca, aún no formada; en cambio están bien delineadas las cinco zonas ambulacrales con 8-10 pares de ambulacros.

Todos los juveniles aparentan tener el mismo desarrollo; algunos son aún masas esféricas de color rosa pálido con 5 puntos blanquecinos.

Sería muy interesante hacer observaciones en vivo sobre este caso de incubación, pues se duda si el cordón principal es una formación larval o de la madre; lo mismo comprobar su crecimiento y forma de alimentación.

Localidad: Islas Shetland del Sur, Bahía Luna.

Distribución geográfica: Esta especie, muy semejante a *L. joffrei*, parece ser escasa; sólo fué coleccionada por la Expedición Antártica Belga en lat. 70°15′ S., long. 84°06′ W. (mar de Bellingshausen). Con este hallazgo en el Archipiélago Antártico, se amplía su área de dispersión, más restringida que la de otras especies.

9. *Diplasterias brucei* (Koehler)

Lám. V, figs. 1-2.

Stolasterias Brucei. Koehler, 1908. Exp. Ant. « Scotia », p. 569. Lám. V, 46, 47.
Coscinasterias Brucei. Koehler. 1911. Brit. Ant. Exp. « Nimrod », p. 30. Lám. V, 5.
Coscinasterias victoriae. Koehler, 1911. Brit. Ant. Exp. Nimrod », p. 30.
Podasterias Brucei. Koehler. 1920. Austr. Ant. Exp. « Aurora », p. 42. Láms. XI, 5-7; XIII, 1-9; XIV, 4, 7-11; XV, 4, 5.
Diplasterias brucei. Fisher. 1940. « Discovery » Reports, p. 253.

Un espécimen de 5 brazos en seco, $R = 40$ mm, $r = 7$ mm, $R = 5{,}7\,r$.

Sus caracteres específicos coinciden con las diversas descripciones de Koehler, entre otros: la forma y proporción del disco y brazos, la línea carinal de púas, la pared lateral de los brazos limitada por las púas marginales, el círculo de púas en el disco, etc., como pueden apreciarse comparando con las láminas del mismo autor (loc. cit. 1911, V, 5; 1920, XIII, 7, etc.).

El disco tiene un círculo algo irregular de púas cortas, con collar de pedicelarios cruzados en la base; hay otras púas internas con iguales caracteres. Las 30-34 placas carinales, forman una línea media sinuosa en relieve sobre cada brazo; cada una de ellas lleva una púa cilíndrica (a veces 2) redondeada en la extremidad, con

un collar de pedicelarios cruzados en su base. Las placas súperomarginales, en igual número que las anteriores, llevan púas y pedicelarios semejantes a las carinales. Entre ambas series se presentan otras plaquitas dispuestas en arcos transversos, con púas látero-dorsales.

La pared lateral de los brazos es vertical, lisa, con una serie longitudinal de pálpulas en el canal intermaginal; está limitada por las placas súperomarginales que llevan púas más grandes, aplanadas, espatuliformes. Entre éstas y las placas adambulacrales diplacántidas, hay aproximadamente 11 placas actino-laterales, con púas y algunos pedicelarios cruzados.

Aunque el ejemplar esté en seco, se nota la piel que debía formar pliegues y pústulas alrededor de las púas abactinales y marginales, siendo las pústulas carinales las mayores; también del lado ventral se ven pequeñas pústulas que corresponden a las placas actinales.

Localidad: Islas Shetland del Sur, Bahía Luna.

Distribución geográfica: Coleccionada la primera vez por el « Scotia » en las Islas Orcadas, luego figura en las colecciones de numerosas expediciones procedentes del Archipiélago Antártico y de las costas del cuadrante australiano. De las Islas Georgias del Sur proceden los especímenes de 6 brazos. Probablemente sea circumpolar.

10. *Diplasterias brandti* (Bell)

Lám. VI, figs. 1-2.

Asterias Brandti. Bell. 1881. Echinodermata collected... in the straits of Magellan..., p. 91. Lám. IX.
Diplasterias Brandti. Meissner. 1904. Hamb. Magalh. Sammelreise, p. 7.
Diplasterias brandti. Fisher. 1940. « Discovery » Reports, p. 249.

Se han coleccionado 8 ejemplares, de los cuales 6 se conservan en seco. El mayor de ellos mide $R = 106$ mm, $r = 17$ mm, $R = 6{,}2\ r$.

Esta especie polimorfa parece ser la más común entre las del género *Diplasterias*, con amplia dispersión desde la costa magallánica hasta el Archipiélago Antártico y por lo tanto variable en sus caracteres en los límites del área.

Se caracteriza por tener 5 brazos, aunque pueden ser 6 ó 7; los brazos son largos con pared lateral bien delimitada por las placas marginales; en los especímenes en seco se nota que la piel forma gruesas pústulas alrededor de las púas. La superficie abactinal de los brazos presenta numerosas púas en series transversales que al mismo tiempo forman hileras longitudinales perceptibles, aunque la serie carinal sea poco nítida; en el disco hay un círculo de púas y algunas internas, todas con collares de pedicelarios cruzados y rectos en su base.

La pared lateral de los brazos es vertical, con hileras transversales de placas; limitada dorsalmente por las placas súpero-marginales con púas más grandes que las abactinales y rodeadas por el collar de pedicelarios cruzados; las placas ínfero-marginales tienen 1 (a veces 2) púas grandes espatuliformes con mayor cantidad de pedicelarios cruzados en el collar basal; en el canal intermarginal se ven grandes pedicelarios rectos, que también abundan aún más grandes, en los surcos ambulacrales.

Las placas actino-laterales se perciben por sus púas y collar basal de pedicelarios cruzados; forman una hilera longitudinal contigua a las adambulacrales diplacántidas y que sigue casi hasta la extremidad del brazo.

Como carácter específico más notable, se indica la abundancia de pedicelarios cruzados y rectos, dispersos sobre la superficie abactinal; alrededor de las púas marginales forman collares de numerosos pedicelarios cruzados y algunos rectos.

En algunos brazos se notan abultamientos causados por un parásito que forma una bolsita en su interior sin mayor adherencia con la pared dorsal del animal, pero del lado dorsal muestra un tubo como cordón, que se abre paso a través de las ampollas ambulacrales y que parece salir al exterior por un espacio entre las placas ambulacrales. Dejo para más adelante esta cuestión que quizás sea la cría de algún Molusco, Verme, Crustáceo, etc.

Localidad: Islas Shetland del Sur, Bahía Luna.

Distribución geográfica: Especie ampliamente distribuída desde la región magallánica (hacia el N. hasta lat. 44°14′ S.), Islas Malvinas hasta el Archipiélago Antártico (pasando por Islas Georgias del Sur); también en el mar de Bellingshausen.

11. *Diplasterias meridionalis* (Perrier)

Lám. V, fig. 4.

Asterias meridionalis. Perrier. 1875. Révision de la collection de Stellérides du Mus. d'Hist. Nat. de Paris, p. 76.

Podasterias meridionalis. Koehler. 1923. Astéries et Ophiures... Exp. Ant. suédoise, p. 31. Lám. II, 1.

Diplasterias meridionalis. Fisher. 1940. « Discovery » Reports, p. 251. Fig. M, 2-2 b; Láms. XXI, 4; XXII, 1.

Se ha coleccionado un espécimen de 5 brazos, en seco, R = 80 mm, $r = 15$ mm, $R = 5{,}3\,r$, que coincide en todo con la descripción de Koehler en base a un ejemplar de 6 brazos procedente de Sud Georgia. Tiene la misma forma y proporción del disco y brazos, siendo éstos más bien abultados, estrechos en la base y angostos en la mitad terminal.

Las púas abactinales son cortas, gruesas, romas y estriadas en la extremidad; se perciben mejor en la parte distal del brazo, en donde hay numerosos pedicelarios cruzados dispersos. No se distinguen púas carinales.

Las placas súpero-marginales monocántidas, tienen púas cilíndricas con el collar de pedicelarios cruzados, mientras que las ínfero-marginales diplacántidas (excepto las primeras) sólo poseen medio collar dorsal de pedicelarios cruzados.

No hay púas actinales, las que están sustituídas por grandes pedicelarios rectos. Por este carácter se diferencia de *D. brucei,* aunque los juveniles se confunden fácilmente por el número de brazos (6 ó 5) y por la distribución y caracteres de púas y pedicelarios.

En la superficie dorsal no distingo pedicelarios rectos, pero éstos abundan perceptibles a simple vista, en los ángulos interbraquiales ventrales, en la pared lateral de los brazos y en los surcos ambulacrales.

Placas adambulacrales diplacántidas.

Localidad: Islas Shetland del Sur, Bahía Luna.

Distribución geográfica: De la I. Kerguelen procede el espécimen tipo; también fué coleccionada en I. Marion, Shag Rocks e I. Georgias del Sur en donde parece ser abundante. Interesa nuestro hallazgo por ser la primera referencia de esta localidad antártica.

12. *Neosmilaster georgianus* (Studer)

Láms. I, fig. 2; II, fig. 2.

Asterias Georgiana. Studer. 1885. Die Seesterne Süd. Georgiens ... Jahrb. der Wiss. Anst. Hamburg II, p. 150. Lám. I, 3 a-d.
Ctenasterias Georgiana. Koehler. 1923. Astéries et Ophiures... Exp. Ant. suédoise, p. 40. Lám. III, 3-7, 10.
Neosmilaster georgianus. Fisher. 1940. « Discovery » Reports, p. 258.

Se coleccionaron dos especímenes (uno adulto y uno juvenil) procedentes de la Península Antártica y uno juvenil, de las Islas Shetland del Sur. El ejemplar adulto mide $R = 54$ mm, $r = 10$ mm, $R = 5{,}4\,r$.

La superficie abactinal presenta un reticulado irregular de placas con tendencia a formar bandas transversales en los brazos; no se distingue la serie carinal; está cubierta totalmente de púas largas, estriadas en la punta, intercaladas con pedicelarios cruzados dispersos pero generalmente situados en la base de las púas. Estos pedicelarios son más numerosos en la extremidad de los brazos en donde llegan a sustituir a las púas.

Las placas marginales no muy nítidas, limitan mallas alargadas transversalmente, con 2-4 pápulas y algunos pedicelarios cruzados en cada una de ellas; las súpero-marginales pequeñas, llevan 2 púas iguales a las abactinales pero algo mayores; las ínfero-marginales con 2 púas espatuliformes más grandes que las anteriores, excepto las primeras 4-6 placas con 1 púa. En la base de las púas marginales hay pedicelarios cruzados, más numerosos sobre las ínfero-marginales en donde forman semicírculos dorsales.

La superficie actinal, también erizada de púas, tiene surcos ambulacrales anchos, con ambulacros tetraseriados; en la base de los brazos hay grandes espacios intermarginales desnudos. Las placas ínfero-marginales, muy próximas a las placas adambulacrales diplacántidas, apenas dejan espacio para unas pocas placas actinales sin púas; esto parece corresponder a una variación local, diferenciándolos de los especímenes de Sud Georgia, que llevan algunas púas actinales.

Los juveniles coinciden en sus caracteres específicos, pudiendo tener mayor cantidad de pedicelarios cruzados en los espacios intermarginales.

LOCALIDAD: Islas Shetland del Sur y Península Antártica.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA: Islas Georgias del Sur, Shag Rocks, I. Orcadas del Sur, I. Shetland del Sur, Archipiélago Palmer

13. *Granaster nutrix* (Studer)

Lám. VI, figs. 1-5.

Stichaster nutrix. Studer. 1885. Jahrb. Wiss. Anst. Hamburg, II, p. 1554. Láms. I, 5 a-d; II, 5 e-1.
Granaster biseriatus. Koehler. 1906. 1e. Exp. Ant. « Français », p. 11. Láms. 1, 6; IV, 42.
Granaster nutrix. Fisher. 1940. « Discovery » Reports, p. 264.

Se han coleccionado 18 especímenes, cuyo tamaño varía entre $R = 14$ mm y $R = 9$ mm. Algunos tienen forman casi pentagonal con brazos cortos y robustos; en otros los brazos, redondeados, son más largos y tienden a destacarse del disco. Varios se hallan en posición incubadora aunque no observé cría.

La superficie abactinal presenta aspecto uniforme, cubierta por pequeñas púas romas, irregularmente distribuídas y pápulas intercaladas entre ellas. No se distinguen a simple vista la placa madrepórica, ni las placas marginales. Superficie actinal semejante, pero las púas son más grandes y algo espatuliformes.

Placas adambulacrales con 2 (a veces 3) púas cilíndricas, algo aplanadas y algunas pedicelarios rectos sobre el surco. Ambulacros biseriados, aunque a veces aparentan ser tetraseriados; el nombre *biseriatus* de la especie de Koehler, que cayó en sinonimia, se refiere a la distribución de los ambulacros, pero este carácter no tiene valor específico.

LOCALIDAD: Islas Shetland del Sur, Bahía Luna.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA: Parece ser especie típica de las Islas Georgias del Sur; además procede de I. Orcadas del Sur, Archipiélago Palmer y Península Antártica.

BIBLIOGRAFIA

BELL, F. J. (1881). — « Account of the Echinodermata collected during the Survey of H. M. S. "Alert" in the Straits of Magellan and on the Coast of Patagonia » *Proceedings Zoological Society of London*, pp. 87-101, láms. VIII-IX.

BERNASCONI, I. (1947). — « Distribución geográfica de los Equinoideos argentinos ». *Gaea, Anales de la Sociedad de Estudios geográficos*, VIII, pp. 97-114, 5 figs.

FISHER, W. K. (1940). — « Asteroide ». « *Discovery* » *Reports*. Vol. XX, 305 pp. láms. I-XXIII.

KOEHLER, R. (1906). — « Echinodermes ». *Expédition Antarctique Francaise* (1903-05), 41 pp., láms. I-IV.

KOEHLER, R. (1908). — « Astéries, Ophiures et Echinides de l'Expédition Antarctique Ecossaise ». *Transactions of the Royal Society Edinburgh*. Vol. XLVI. part. III (N° 22), pp. 529-649, láms. I-XVI.

KOEHLER, R. (1911). — « Astéries, Ophiures et Echinides ». *British Antarctic Expádition* (1907-09). Vol. II, part. 4, pp. 25-66, láms. IV-VIII.

KOEHLER, R. (1912). — « Echinodermes (Astéries, Ophiures et Echinides) ». *Deuxieme Expédition Antarctique Francaise* (1908-10), 270 pp., láms. I-XVI.

KOEHLER, R. (1917). — « Echinodermes (Astéries, Ophiures et Echinides) recueillis par M. Raliler du Baty aux iles de Kerguelen en 1913-14 ». *Annales Inst. Oceanographique*. T. VII, fasc. 8, 87 pp., láms. I-X.

KOEHLER, R. (1920). — « Echinodermes recueillis par l'"Expédbiion Antarctique Australienne" (1911-14). I. Astéries ». *Australasian Antarctic Expédition. Scientific Reports*, Series C. Vol. VII, part. I, 308 pp., 75 láms.

KOEHLER, R. (1923). — « Astéries et Ophiures recueillis par l'Expédition Antarctique Suédoise (1901-03) ». *Swedish Antarctic Expédition*. Vol. I, N° 1, 145 pp., láms. I-XV.

LUDWIG, H. (1903). — « Seesterne, Resultats du voyage du S. Y. "Belgica" (1897-99) ». *Expédition Antarctique Belge. Zoologie*, 72 pp., láms. I-VII.

PERRIER, E. (1875). — « Révision de la collection de Stellérides du Museum d'Histoire Naturelle de Paris ». *Archives de Zoologie Experiméntale*. IV, pp. 265-450.

PERRIER, E. (1891). — « Echinodermes de la Mission Scientifique du Cap Horn. I. Stellérides ». *Miss. sci. Cap. Horn, Zoologie, VI*.

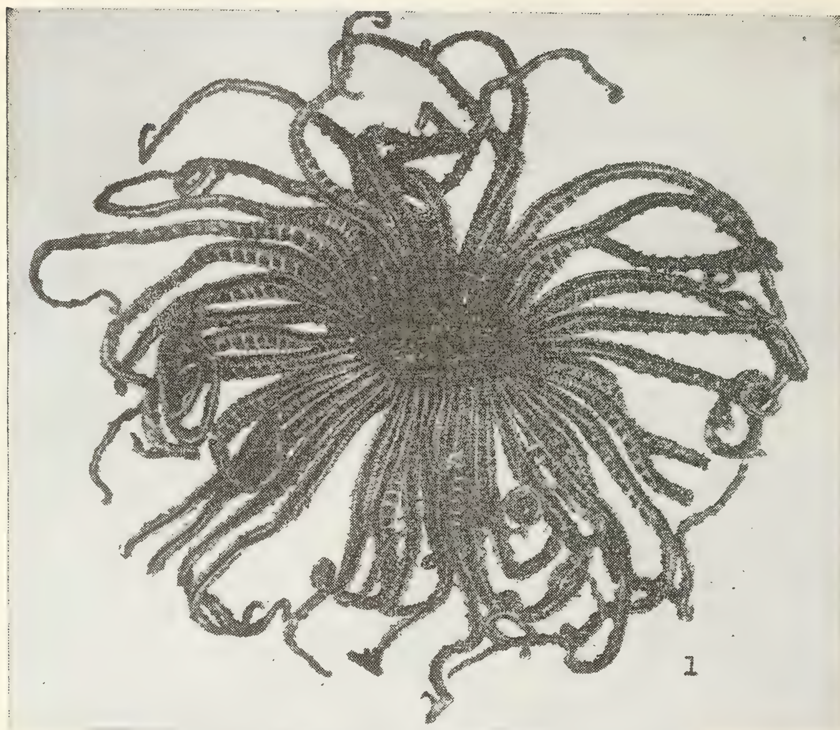
SLADEN, P. (1889). — « Asteroidea ». *Report of hte « Challenger »*. Vol. XXX. Texto y láminas.

STUDER, TH. (1885). — « Die Seesterne Süd-Georgiens nach der Ausbeute der deutschen Polarstation, 1882 und 1883 ». *Jahrb. der wiss. Anst. Hamburg*, II, pp. 141-166, láms. I-II.





FIG. 1. — *Labidiaster annulatus*, Sladen, dorsal, red 1/2.
FIG. 2. — *Neosmilaster georgianus* (Studer), dorsal × 1,5.



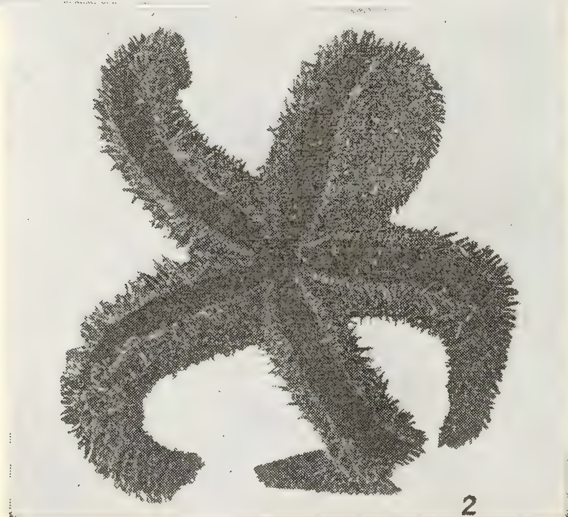
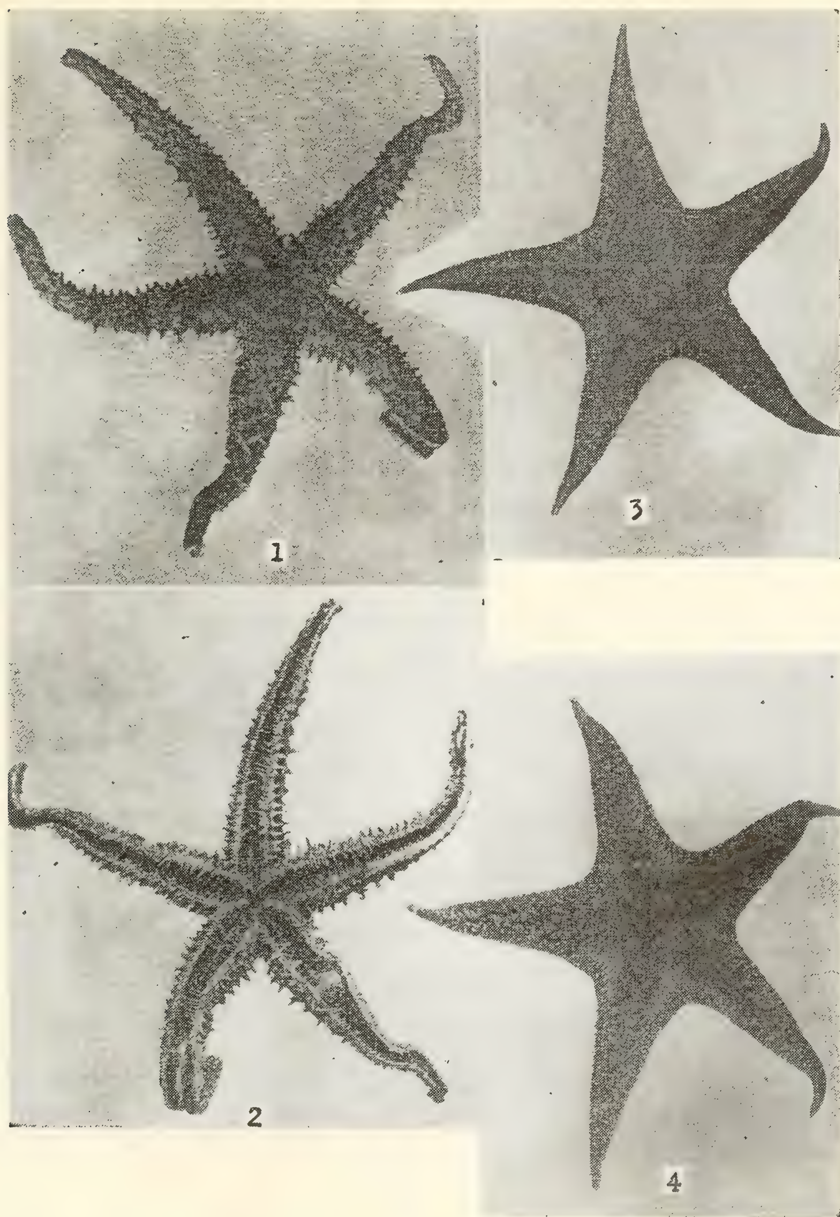
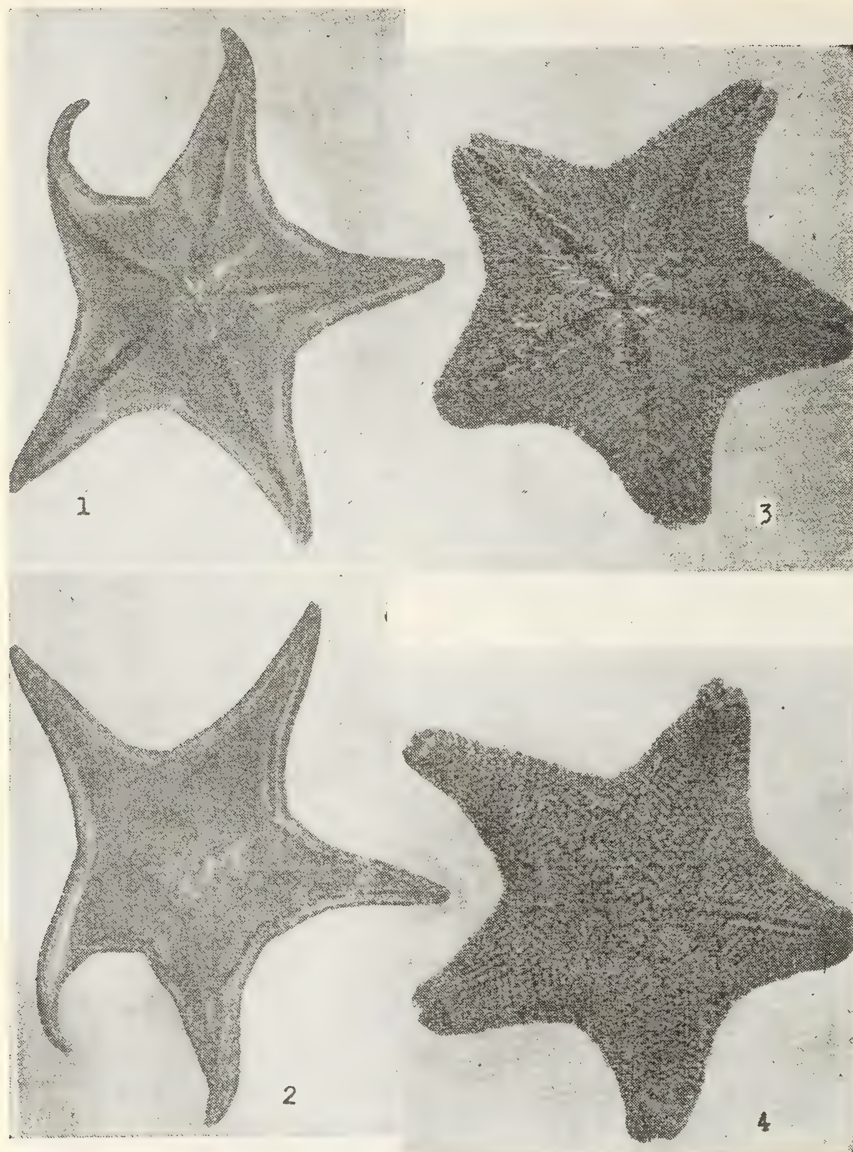


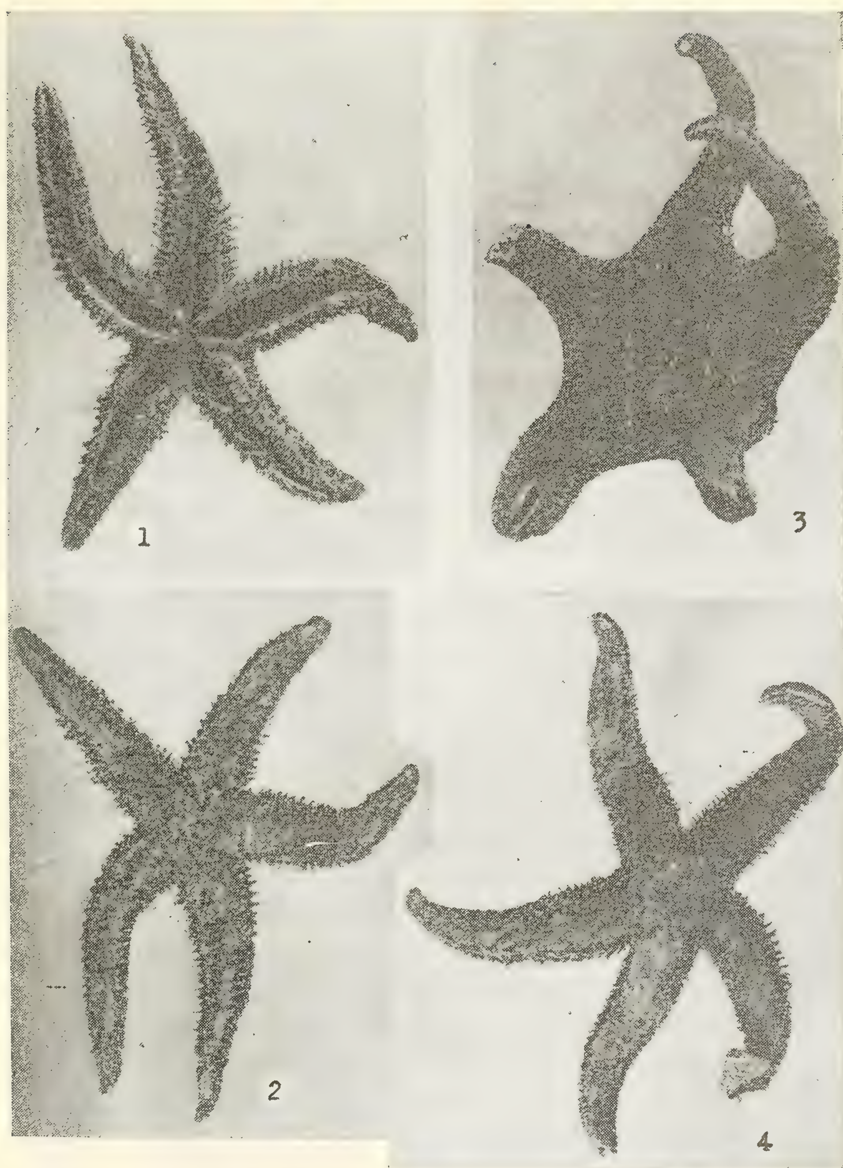
FIG. 1. — *Labidiaster annulatus* Sladen, ventral, red. 1/2.
FIG. 2. — *Neosmilas'er georgianus* (Studer), ventral, × 1,5.



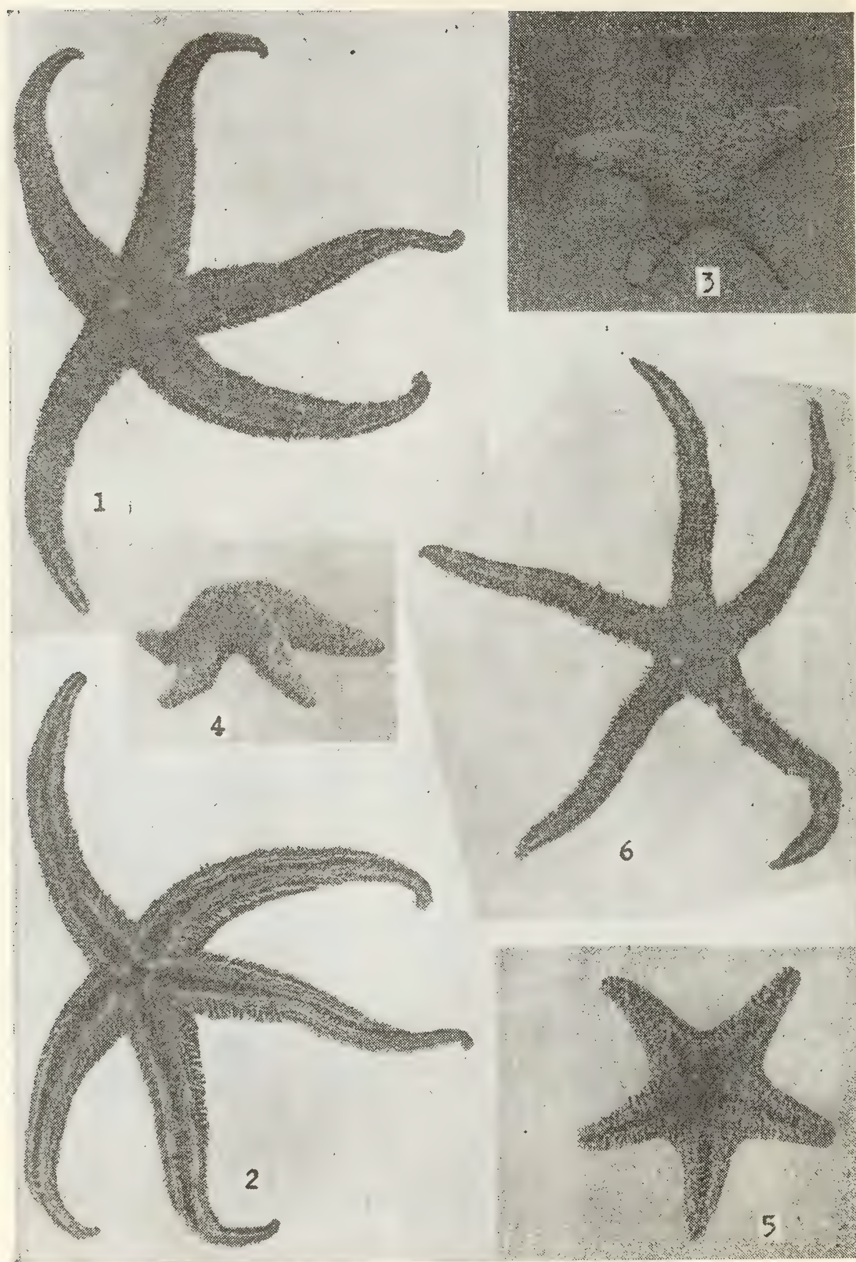
Figs. 1-2. — *Notasterias bongraini* (Koehler), dorsal y ventral, × 1.
Figs. 3-4. — *Psilaster charcoti* (Koehler), dorsal y ventral, red. ²/₃.



FIGS. 1-2. — *Acodontaster elongatus* (Sladen), ventral y dorsal, red. $^{2}/_{5}$.
FIGS. 3-4. — *Odontaster validus* Koenler, ventral y dorsal, $\times$ 1.



FIGS. 1-2. — *Diplasterias brucei* (Koehler), ventral y dorsal, algo aumentado.
FIG. 3. — *Perknaster fuscus antarcticus* (Koehler), dorsal, aprox. × 2.
FIG. 4. — *Diplasterias meridionalis* (Perrier), dorsal, red. aprox. 3/5.



FIGS. 1-2. — *Diplasterias brandti* (Bell), dorsal y ventral, red. 1/2.
FIGS. 3-5. — *Granaster nutrix* Studer), dorsal, lateral (posición incubadora) y ventral, × 2.
FIG. 6. — *Lysasterias belgicae* (Ludwig), dorsal, red. aprox. 1/1.

BIBLIOGRAFIA

SOCIOLOGIA MATEMATICA

POR

MAXIMO VALENTINUZZI

NICHOLAS RASHEVSKY: Mathematical theory of human relations. An approach to a mathematical biology of social phenomena. XIV + 202 páginas; 17 figuras. The Principia Press, Inc., Bloomington, Indiana, U. S. A., 1949.

Las ciencias sociales, dice el ilustre biofísico de Chicago Rashevsky en el prefacio de este libro, han sido consideradas durante largo tiempo como francamente distintas de las ciencias naturales; sin embargo, el hombre, como ser vivo, es un objeto de estudio de las ciencias naturales; y el análisis de su conducta pertenece al dominio de la psicología, que es una ciencia natural. Se puede establecer que la sociología es una rama de la ecología; y la sociología, como la ecología, se ocupa de las interacciones de los hombres con su entorno, constituído por cosas y otros seres vivientes. Por cuanto la utilización de la matemática en las ciencias naturales (física, astronomía, química, biología, fisiología, anatomía, antropología, paleontología, ecología, psicología, etc.) es de práctica corriente, se impone el ensayo de su aplicación a los fenómenos sociológicos. Este y otros argumentos fundamentan la justificación de los métodos analíticos desarrollados por el autor de este libro.

El Capítulo I se titula *Consideraciones matemáticas generales.* En él establece el autor algunas relaciones matemáticas generales que describen la estructura y el comportamiento de una sociedad. Esas relaciones son *ecuaciones integrales* en las cuales la actividad de cada individuo depende de las constantes psicofísicas de otros individuos y de las actividades de éstos, así como de la estructura

biológica del grupo social. A fin de precisar las ideas, transcribimos una de dichas ecuaciones: Sea a la intensidad de la actividad de un cierto individuo componente de la sociedad; tal actividad depende del deseo w del mismo individuo y del deseo w' de otros individuos, que obran según un coeficiente de influencia F'. Se trata de un proceso estadístico cuya actuación se caracteriza por una función de distribución tal que permite establecer la siguiente expresión:

$$a(w) = \alpha w + \beta \int_0^{\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} N(F', w') F' w' dF' dw',$$

siendo α, β constantes de proporcionalidad.

Se avanza más en el análisis de las interacciones sociales considerando, por una parte, la *agrupación en clases* y la *distribución espacial* de los individuos, y, por otra parte, la *influencia del pasado histórico.*

El Capítulo II lleva por título *Continuación de las consideraciones matemáticas generales.* Aquí se intenta ilustrar cómo ciertas cantidades sociológicas no directamente medibles pueden ser medidas por vía indirecta.

El Capítulo III se llama *Tratamiento aproximado de la interacción de clases sociales.* Rashevsky ensaya una mayor aproximación a los hechos humanos reales y analiza el esquema de interacción constituído por dos tipos de individuos: al primero (tipo I, activo) pertenecen aquéllos que obran por propia iniciativa y al segundo (tipo II, pasivo) los que actúan por influencia de individuos del primer tipo. Si hay dos posibles modos de conducta, A y B, habrá una clase social de *configuración* A y, otra, de *configuración* B.

El proceso dinámico involucra un pasaje de A a B o de B a A; el grupo social es de configuración estable si no se producen esas transiciones. El estudio de sus ecuaciones diferenciales permite obtener para la transición $B \rightarrow A$ la expresión

$$x = \frac{u}{2a}(e^{2at} - 1).$$

Es decir, el número x de individuos pasivos del tipo II de modalidad B que adquieren la modalidad A depende de una cons-

tante a, de u, que es una variable ligada al número de individuos de cada una de las configuraciones, y del tiempo t. El tiempo que el grupo social tarda en pasar de B a A es

$$t_A = \frac{1}{2a} \log \frac{2a(N - x_0 - y_0) + u}{u}$$

(N, número total de individuos; x_0, y_0, números de individuos activos de modalidad A y B, respectivamente). El cálculo numérico da, para t , valores que son del orden de un día, lo que concuerda con la rápida difusión de perturbaciones colectivas (revueltas, pánico, etc.).

El Capítulo IV se titula *Tratamiento más exacto del caso precedente.* En él toma en cuenta la gradación continua que hay entre los comportamientos de los distintos individuos.

El Capítulo V lleva por nombre *Interacción económica en un grupo social* y se ocupa de la descripción matemática de algunas relaciones socioeconómicas simples.

El Capítulo VI trata *Casos más complejos de interacción entre clases sociales.* En este capítulo se ocupa el autor de un modelo de sociedad en que interactúan tres clases: una clase autocrática, otra clase organizadora y una tercera, la clase pasiva, y ensaya una aplicación concreta de sus desarrollos teóricos; deduce una fórmula que da los ingresos económicos referidos a cada persona y coteja los datos calculados con datos de observación. Analiza el *concepto de satisfacción,* el cual, según L. L. Thurstone, es cuantitativamente determinable como magnitud psicológica (intervienen funciones de tipo logarítmico).

El Capítulo VII lleva por título *Otro tipo de interacción social y sus posibles aplicaciones.* El esquema que estudia es el de dos grupos activos de tal naturaleza que cada uno se opone al comportamiento del otro tanto más intensamente cuanto mayor es el éxito de dicho grupo. La ecuación

$$\frac{N_c}{N_a - N_c} \sim A'' + B'' w_{Am}$$

establece una relación de proporcionalidad entre la población N_c de una ciudad capital, y la pobación urbana total N_u con el máximo valor w_{Am} de w_A, que expresa la intensidad del comportamiento

A impuesto a la población (A'', B'', constantes). El cotejo de ésta y otras ecuaciones con datos reales ilustran favorablemente, *prima facie,* a la teoría.

El Capítulo VIII se titula *Fluctuaciones periódicas en la conducta de un grupo social.* Se analiza el caso en que el incremento del esfuerzo es determinado no por el valor instantáneo del éxito logrado, sino por el éxito integral durante todo el tiempo transcurrido previamente al momento que se considera. El planteo y el desarrollo de las correspondientes ecuaciones integro-diferenciales conduce al descubrimiento de que existen estados oscilatorios en las interacciones sociales.

El Capítulo IX se ocupa de *Sugestiones para una teoría sistemática de la libertad individual.* Rashevsky define matemáticamente la libertad desde el punto de vista económico y desde el punto de vista psicológico.

El Capítulo X lleva como título *Distribución espacial de individuos en una sociedad.* Mediante algunos ejemplos el autor ilustra cómo pueden ser estudiados matemáticamente los posibles efectos de diferentes distribuciones en el espacio. Se hace un cotejo numérico de las ecuaciones obtenidas con datos referentes a Estados Unidos, Alemania, Rusia y Suecia.

El Capítulo XI, *Esquema de una teoría del tamaño de las ciudades,* contiene un ensayo de análisis del tamaño y de la distribución de las ciudades tomando en cuenta la producción urbana, la producción rural, las poblaciones urbana y rural y el número de ciudades.

El Capítulo XII trata *La distribución del tamaño de las ciudades.* Se puede relacionar la formación de las ciudades con la presencia de grupos activos dentro de la sociedad. Esos grupos desarrollan actividades administrativas, comerciales, etc. Además, es natural averiguar si la función de distribución del tamaño de las ciudades se vincula con la función de distribución de la gradación de los diferentes tipos de actividades dentro de la población. Considerada una cierta característica x, supongamos que se halla distribuída en una población de N indviduos según la función $N(x)$. La población N se divide en subgrupos por el principio de asociación entre individuos cuyas x no difieren mucho; toda la población queda fraccionada en $n+1$ grupos, cuyas x están entre $1-x_1$,

$x_1 - x_2$, $x_2 - x_3$, ... $x_n - 0$, con $x_k > x_{k+1}$. Estas poblaciones parciales tienen el valor

$$\underline{N}(r) = \int_{x_r}^{x_{r-1}} N(x)\, dx$$

La segregación de estas poblaciones da lugar a la formación de las ciudades. Un ejemplo se tiene aplicando como función de distribución la ley de Pareto:

$$N(x) = Ax^{-\nu} \qquad (\nu > 0)$$

En el análisis del proceso de segregación por asociación de individuos se puede introducir, en lugar del precedente, que se funda en las pequeñas diferencias entre los valores de x, el principio de asociación basado en el valor del cociente entre los valores de x.

El Capítulo XIII esquematiza un tema subyugante. Lleva por título *Variaciones lentas de las relaciones sociales. El mecanismo de la historia.* Actualmente es posible, dice Rashevsky, intentar un examen matemático de los hechos históricos considerando los números relativos de individuos que profesan ciertas ideologías o que practican determinadas conductas morales o que acusan gustos especiales.

El Capítulo XIV, *Variaciones constantes del perfil de la sociedad,* estudia las transformaciones que se operan en la estructura de la sociedad por el hecho de que un grupo componente pasa del estado activo al estado pasivo.

El Capítulo XV se titula *Variaciones del perfil de un grupo social con el tiempo.* Rashevsky considera una estructura social con tres clases de individuos, dos de comportamientos activos A y B, respectivamente, y uno de comportamiento pasivo. El estudio del sistema de ecuaciones diferenciales, que describen el crecimiento vegetativo temporal de esas clases componentes, pone de manifiesto que los tamaños relativos de los dos grupos activos fluctúan aún en ausencia de cambios producidos por la « herencia de clase » y que hay oscilaciones entre ambos tipos de conducta. Los períodos de las oscilaciones son del orden de cien a mil años.

El Capítulo XVI trata, bajo la denominación de *Otro caso de variaciones en la estructura de un grupo social con el tiempo,* el problema de crecimiento en que el tamaño de un grupo social se aproxima a un valor límite. Se tiene un sistema de ecuaciones

diferenciales no lineales, cuya resolución presenta dificultades; por eso el autor concreta y resuelve un caso particular, que es de interés sociológico.

El Capítulo XVII se titula *Algunas consecuencias y posibles aplicaciones de lo anterior. Interacción de naciones.* Al crecer la población, el número de individuos activos aumenta y el cociente entre este número y el total ha de ser proporcional, por lo menos, a la densidad de la población. Rashevsky analiza un modelo en que actúan dos tipos de individuos activos (militares e industriales) en relación con el área del territorio y las fuentes de recursos. Las relaciones teóricas conducen a la sencilla expresión

$$\mu_w = B\, i^{p-1} (A - i),$$

cuyos valores numéricos son sugestivamente coincidentes con datos estadísticos para Japón, Rusia, Canadá, Alemania, Francia, etc. En dicha expresión, μ_w traduce los gastos de guerra; B, p, A, son constantes; i es la producción por persona. El autor analiza asimismo los países con extensas colonias y las relaciones internacionales.

El Capítulo XVIII se titula *Sobre el cambio en el grado de organización de la sociedad con el tiempo.* Volviendo a conceptos expuestos en capítulos precedentes, el autor reanaliza las condiciones que deben cumplirse para que una sociedad se comporte en determinada manera. Como en otros procesos biológicos, es esencial el concepto de *umbral,* visto ya en el Capítulo III, es decir, la sociedad se organiza y obra conforme a cierta conducta cuando la proporción de individuos que imponen esa conducta alcanza y supera a un valor específico. La organización social puede presentar estados oscilantes. Rashevsky analiza también la organización para el caso en que intervienen dos grupos directivos.

El Capítulo XIX se refiere a una *Teoría matemática general de las sociedades individualistas y colectivistas.* Aquí se utiliza el *concepto de satisfacción,* aplicándolo primeramente a la interacción de dos individuos y, luego, de N individuos. Si cada individuo tiende al máximo de su satisfacción, su conducta es egoísta o individualista; si cada individuo trata de llevar a un máximo la satisfacción de todos los componentes de la sociedad, la conducta es de carácter altruísta o colectivista. La satisfacción se puede analizar

mediante funciones del tipo

$$S = A \log \alpha x - B y$$

en el cual A, B, α son constantes, y es la cantidad de trabajo ejecutado y x traduce la producción de dicho trabajo. Resulta matemáticamente más eficaz y, por lo tanto, más favorable para todos y cada uno la conducta colectivista.

El Capítulo XX es una continuación del estudio de las *Sociedades individualistas y colectivistas.* Rashevsky estudia en este capítulo el mecanismo de organización capitalista y la variación de su estabilidad. Se logra una ecuación que representa la difusión de las ideologías colectivistas y quedan especificadas las condiciones cuantitativas que determinan el estado óptimo del sistema social del capitalismo. A continuación efectúase una aplicación de las ecuaciones que G. E. Evans emplea en economía. Quedan fijadas las circunstancias por las cuales se produce un tránsito hacia la organización colectivista. El desarrollo tecnológico de la sociedad crea dichas circunstancias.

El Capítulo XXI se titula *Consideraciones sobre la historia de algunas naciones.* Es difícil describir la historia matemáticamente porque, en general, los datos no son de tipo cuantitativo. Sin embargo, los datos cronológicos, relacionados con los cambios sociales bruscos, las revoluciones y las guerras constituyen elementos utilizables en ese sentido. Cabe la posibilidad de ensayar aplicaciones de las ecuaciones vistas en los capítulos precedentes a los acontecimientos históricos eligiendo los parámetros de manera que traduzcan la cronología de las modificaciones discontinuas. Posteriormente se podría intentar un mejoramiento de la teoría.

El Capítulo XXII se llama *La dinámica de los conflictos físicos entre los grupos sociales.* Rashevsky aborda esta cuestión en base a un modelo compuesto por dos poblaciones, la (1) con M individuos y la (2) con N individuos. Si en la (1) hay x_M individuos activos y x_N individuos activos en la (2), se tiene las ecuaciones

$$\frac{dx_M}{dt} = \left(\frac{x_M}{M}\right)^m \frac{dM}{dt}$$

$$\frac{dx_N}{dt} = \left(\frac{x_N}{N}\right)^n \frac{dN}{dt}.$$

Conforme a los valores de m, n ($m = n = 1$; $m < 1$; $n < 1$; $m > 1$; $n > 1$) se logra resultados que se refieren a la evolución de la lucha, el tiempo que tarda en ser destruída una de las poblaciones, etc.

El Capítulo XXIII, *Esquema de una teoría matemática de la guerra*, es el último del libro. En el capítulo precedente Rashevsky establece que un conflicto físico entre dos poblaciones puede finalizar por la « defección moral » o la « destrucción » de uno de los grupos, fenómenos ambos que se ligan a ciertas relaciones cuantitativas entre los términos componentes de las ecuaciones diferenciales. Hasta este momento el análisis ha contemplado sólo relaciones temporales; a continuación se examina la influencia de los desplazamientos espaciales. Se obtiene ecuaciones integrodiferenciales no lineales cuya solución ofrece grandes dificultades, por lo cual el autor procede a efectuar hipótesis simplificatorias. Así puede realizar algunos cálculos que le permiten predecir la duración y el resultado de la lucha.

El libro contiene un índice general de capítulos y otro alfabético de temas.

Nicolás Rashevsky tiene otros trabajos orientados en este mismo sentido. Para ampliar la información del lector que se interese por los mismos, citaremos la obra *Mathematical biology of social behavior* (The University of Chicago Press, 1951) y varios ensayos publicados en *The Bulletin of Mathematical Biophysics* (Chicago), a saber: *Algunos aspectos biosociológicos de la teoría matemática de la comunicación* (vol. 12, p. 359, 1950); *Sugestiones para una biología matemática de algunos desarrollos culturales* (vol. 13, p. 51, 1951); *Bosquejo de una biosociología matemática de creencias y prejuicios* (vol. 13, p. 61, 1951); *Prolegómenos para una dinámica de las ideologías* (vol. 14, p. 95, 1952); *El efecto de factores mesológicos sobre la velocidad de desarrollos culturales* (vol. 14, p. 193, 1952); *Bosquejo de análisis matemático de la historia* (vol. 15, p. 197, 1953); y *Algunos aspectos cuantitativos de la historia* (vol. 15, p. 339, 1953). Pueden ser útiles también las siguientes notas: M. Valentinuzzi: *Las ideas de Rashevsky sobre el estudio matemático de la historia* (Revista de Arte, Ciencias y Letras *Trapalanda*, Río Cuarto, año 2, nº 4, marzo, p. 49, 1954); *Más sobre matemática, más sobre las ideas de Rashevsky* (*Trapalanda*, año 2, nº 7, p. 380, 1954) y Beppo devi: *Una breve conversación acerca de una palabra: « Matemática »*. (*Trapalanda*, año 2, nº 6, septiembre, p. 268, 1954).



Cabalgando sobre petróleo...

Este bravo jinete que alborota la casa en ancas de su caballito plástico, no conoce aún la mágica palabra de múltiple presencia en la vida moderna: petróleo.

Y sin embargo, ¡cuán estrechamente ligada a sus juegos está esa palabra, cuán cerca de su dicha y alegría!...

En la elaboración de plásticos, así como en la mayoría de las industrias fundamentales para el progreso y el bienestar humanos, el petróleo interviene activamente con sus derivados, que proveen la materia prima, sin la cual no serían posibles ese progreso y ese bienestar.

La Organización Esso, empresa de avanzada en el mundo, inició en 1919 la producción de los derivados químicos del petróleo que, cada día con mayor intensidad, contribuyen a que la humanidad eleve su nivel de vida.

ESSO SOCIEDAD ANONIMA PETROLERA ARGENTINA



ANALES

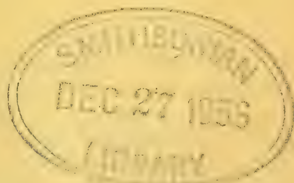
DE LA

SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA

Director: JOSE S. GANDOLFO

ABRIL-JUNIO 1956 — ENTREGAS IV, V y VI — TOMO CLXI

SUMARIO



BUENOS AIRES
AVDA. SANTA FE 1145

1956

ADVERTENCIA. — Los colaboradores de los Anales son personalmente responsables de la tesis sustentada en sus escritos. Tienen derecho a la corrección de dos pruebas. Los que deseen tirada aparte de 50 ejemplares de sus artículos, deben solicitarla por escrito. **Artº 10 del Reglamento de los "ANALES"** (modificado por la J. D. en su sesión de fecha 4 de septiembre 1941). Los escritos originales destinados a la Dirección de los "Anales", serán remitidos a la Gerencia de la Sociedad, avenida Santa Fe 1145, a los efectos de registrar la fecha de entrega para luego enviarlos al señor Director. La Sociedad no tomará en consideración las observaciones de los autores que se refieran a cualquier anormalidad, si no se ha cumplido con el requisito indicado.

Impreso en los Talleres Graficos "TOMAS PALUMBO" - La Madrid 311-325 - Buenos Aires

HOMENAJE A D. ESTANISLAO S. ZEBALLOS

La sesión inaugural del presente ciclo de conferencias se dedicó a conmemorar a uno de los promotores de la Sociedad Científica Argentina y el más activo de los miembros durante la etapa de su organización.

El Dr. Horacio C. Rivarola hizo un profundo análisis de la personalidad de Zeballos destacando la multiplicidad de sus afanes, de sus dedicaciones y la voluminosa obra legada por el joven y animoso explorador de nuestro medio físico y después notable periodista, parlamentario, jurisconsulto y hombre de letras.

El Presidente de la Sociedad Científica Argentina, Dr. Eduardo Braun Menéndez declaró inaugurado el ciclo de conferencias del año 1956, señalando entre otros conceptos:

La Sociedad Científica Argentina reinicia con este acto su actividad cultural interrumpida durante más de dos años por las razones de todos conocidas, y lo hace rindiendo homenaje a Estanislao S. Zeballos, quien, siendo joven estudiante de ingeniería, promovió el movimiento que le había de dar origen en 1872. Nos parece esta ocasión propicia para señalar la significación actual de esta benemérita Sociedad, una de las más antiguas de la República Argentina. Las agrupaciones de carácter científico: Academias, Asociaciones o Sociedades son órganos cuya existencia se justifica mientras ejerzan una función útil para la comunidad. Y cada uno de estos órganos debe tener una función específica, propia, característica, a fin de evitar la duplicación inútil de los esfuerzos.

La etapa que hoy se inicia tiene un significado especial pues sucede a un período de catalepsia o muerte aparente y coincide con un renacer del país entero a la vida de la cultura.

La Sociedad Científica Argentina tendrá que multiplicar al máximo su actividad para ayudar a la República a satisfacer esas

necesidades. Su programa coloca a nuestra Sociedad en una posición muy definida. Estamos situados en una posición intermedia entre la investigación científica desinteresada y las aplicaciones de la ciencia y debemos servir de nexo de unión entre ambos. La tradición de la Sociedad desde su fundación así como los intereses y tendencias de la mayoría de sus miembros indica sin embargo que el acento debe ponerse en las aplicaciones de la ciencia y especialmente en aquellos aspectos que pueden tener aplicación práctica en la República, ya sea en las artes, las industrias y las necesidades de la vida social.

PRIMER HALLAZGO DE TENDIPEDIDOS ALADOS EN LA REGION ANTARTICA

Podonominae, una nueva subfamilia para la citada región

POR

BELINDO ADOLFO TORRES (*)

(Contribución del Instituto Antártico Argentino Nº 6)

INTRODUCCION

Al estudiar un material de Dípteros que me fuera enviado por el Instituto Antártico Argentino, tuve la oportunidad de identificar la especie *Podonomus steineni* (Gercke, 1889), (*Tendipedidae-Podonominae*). Los siete ejemplares llegados a mi poder fueron coleccionados por el doctor Héctor A. Orlando en la isla 25 de Mayo (Rey Jorge), Caleta Potter, el 16 de enero del corriente año.

La especie en cuestión era conocida de Georgia del Sur de manera tal que al existir en la Antártida, dentro de la familia de los Tendipédidos sólo la especie *Belgica antarctica* Jacobs, insecto semiáptero, le corresponde a nuestro país el privilegio de citar por primera vez la presencia de Tendipédidos alados para esta región. *B. antarctica* pertenece a la subfamilia *Clunioninae,* en cambio *P. steineni* corresponde a otra subfamilia, *Podonominae,* (desmembrada de la antigua *Tanypodinae,* hoy conocida como *Pelopiinae*) caracterizada por que sus representantes muestran las alas superpuestas arriba del cuerpo, la R_{2+3} está ausente, la R_1 y R_{4+5} bien separadas y el postnoto mostrándose uniformemente esclerotizado y redondeado, sin surco o quilla media, vale decir que también se incorpora una nueva subfamilia para la región Antártica.

(*) Profesor y Jefe de la División de Entomología en la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata.

DIBUJOS

Los dibujos fueron ejecutados por el autor del trabajo empleando el aparato proyector Miflex-Zeiss y delineados por la dibujante del Museo de La Plata, Sta. M. A. Moreno Kiernan, a quien expreso mi agradecimiento.

Todas las ilustraciones fueron obtenidas de ejemplares tratados con cloral-lacto-fenol, motivo por el cual podrá notarse la separación entre los distintos artejos antenales, artejos de los palpos, el volumen de las paraglosas, el tendón en la articulación fémur-tibial y el desplazamiento del último uromero en relación al anterior, aspectos estos que no muestran los ejemplares sacados del alcohol. En la representación del ala se ha omitido la microtriquia que cubre integramente toda la membrana y la macrotriquia que se hace presente en la cabeza y piezas bucales. En la vista dorsal del mesonoto las líneas de puntos representan la distribución aproximada de las setas del mismo.

TÉCNICA EMPLEADA

Los insectos recogidos fueron puestos directamente en alcohol 70°. Para su estudio fué necesario diafanizarlos en cloral-lacto-fenol y realizar en ciertos casos disecciones de los mismos para la observación de numerosos caracteres de su anatomía externa.

ANTECEDENTES

En el año 1889, Gercke ([8]) publica una nota preliminar sobre los dípteros de Georgia del Sur de la colección de la Estación alemana de 1882-83, creando una nueva especie, *Tanypus steinenii,* dando sobre la misma una muy pobre diagnosis e ilustrando muy esquemáticamente el aparato de acoplamiento. Enderlein ([6]) más tarde crea el nuevo género *Ochlus* en base a la especie *O. uschuaiensis,* de Tierra del Fuego e incluye en este género a la especie de Gercke, *T. steinenii.*

En 1930, el mismo Enderlein ([7]) hace un nuevo cambio y ubica a *O. steineni* en su nuevo género *Kohlium,* ilustrando la antena, piezas bucales y el aparato de acoplamiento de un macho. Al año siguiente Edwards ([5]), coloca a *K. steineni* en la sinonimia de *Podonomus steineni.*

NOTAS CRITICAS

Enderlein ([7]) funda su nuevo género *Kohlium* en base a una serie de caracteres tales como: hembras con las antenas de 12 artejos, el antenito final casi tan largo como los cuatro anteriores, machos con antenas de 15 artejos, con el XIV y XV muy alargados y el último más corto que el penúltimo, palpos labiales de dos artejos, palpos maxilares de cuatro artejos, con el primero presentando en su base una muy pequeña parte estrangulada, es-

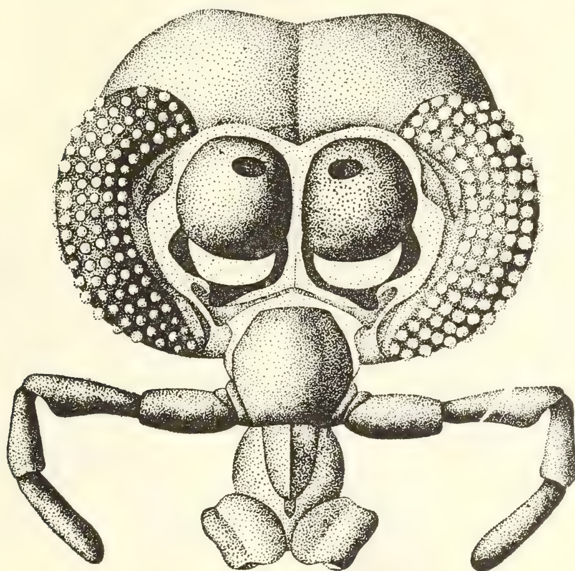


FIG. 1. — Cabeza y aparato bucal de *P. steineni*, en norma frontal, × 80.

trechada, que podría considerarse como un quinto artejo, y el aparato de acoplamiento desmesuradamente grande y grueso. Lo que ilustra como palpos labiales de dos artejos corresponde a las paraglosas formadas por un sólo elemento cada una y no dos; evidentemente el surco lateral que aparece en ellas ha sido la causa para considerarlas formadas por dos artejos. En cuanto al número de artejos del palpo maxilar, Enderlein no supo definir claramente, pues habla de cuatro artejos o de cinco considerando la estrangulación basal del primero. El número de artejos palpales es de cinco, carácter este de importancia, pero que sin embargo en la forma ambigua que fué dado por Enderlein, nos lleva a no

estar seguros si ha sido o no tomado en cuenta por Edwards [5] al establecer la sinonimia de *Podonomus steineni.* Casi todos los demás caracteres enunciados por Enderlein para su nuevo género *Kohlium* coinciden con los enumerados por Edwards para caracterizar al género *Podonomus.*

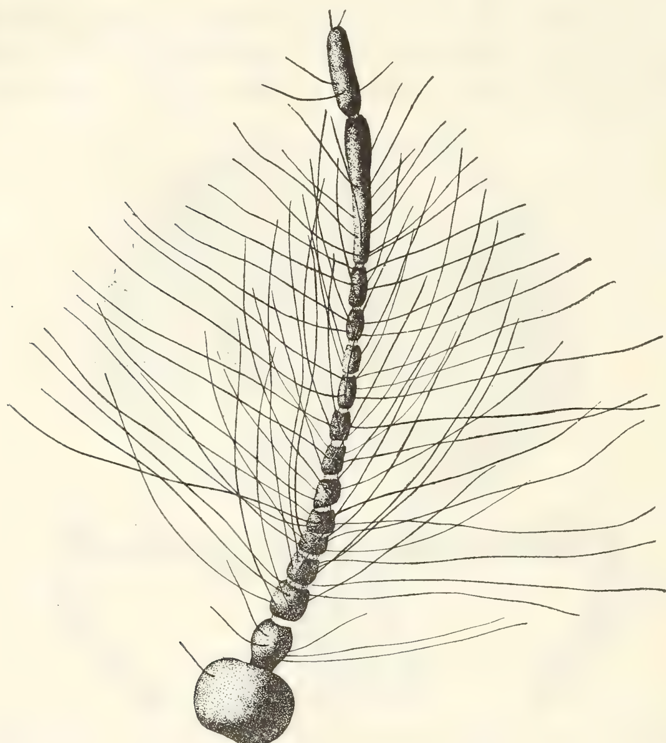


Fig. 2. — Antena de *P. steineni,* × 50.

DATOS ECOLOGICOS

La especie *Podonomus steineni* ha sido recogida en Georgia del Sur, en la mayoría de los casos sobre la nieve, a veces en gran número, aunque también ha sido coleccionada sobre el agua. Las fechas de recolección nos dicen que las mismas fueron efectuadas entre los primeros días de octubre hasta fines del mes de mayo. En cuanto a las temperaturas variaron entre 0,25°C y 1,5°C.

Los ejemplares coleccionados por el doctor Orlando el 16 de enero de 1956 en Caleta Potter, fueron capturados en charcos de agua dulce, volando muy cerca de la superficie. Los distintos da-

tos de recolección nos demuestra un predominio de los machos, sobre las hembras.

PODONOMUS STEINENI (GERCKE, 1889)

Largo del cuerpo: 2,5-3,5 mm.

Largo de las alas: 2,6 mm; ancho máximo de las alas, 0,6 mm.

Coloración general: Cabeza y tórax negros; antenas, palpos, patas y abdomen, castaño oscuro, pleuras y halterios, castaño claro. Artejo I de las antenas, negro, los restantes castaño oscuro disminuyendo de intensidad hacia el antenito XV, este último castaño oscuro intenso. Abdomen presentando a veces manchas negras y otras de color castaño claro; la parte esternal ligeramente más clara que la tergal.

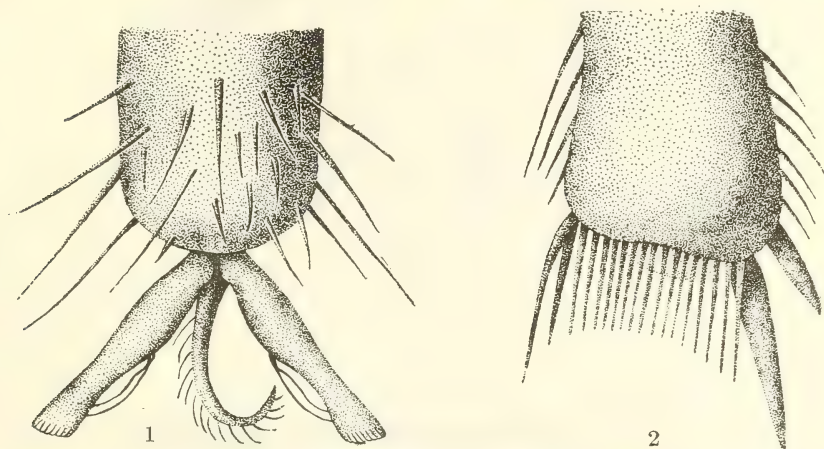


FIG. 3. — *Podonomus steineni*: (1) Pretarso en su faz dorsal, × 430; (2) Cara interna del extremo distal de la tibia III mostrando el peine, × 190.

Cabeza con los ojos reniformes y glabros. Antenas plumosas, guardando la forma de la copa de un pino, de quince artejos, II y XV con pocos pelos. Antenito I grande y globoso, II más largo que ancho, III y IV casi tan largos como anchos, V y VI, más anchos que largos, VII-XIII, aumentando paulatinamente el largo con respecto al ancho, XIV, igual a la suma de X-XIII, XV igual a la mitad de la suma XIII-XIV. Relación de los antenitos I-XV: 40 : 30 : 17 : 14 : 10 : 12 : 16 : 14 : 15 : 17 : 15 : 16 : 21 : 76 : 49. Vértex arriba de los ojos con una serie de largas setas, clípeo también con

pelos. Palpos maxilares aparentemente de cuatro artejos; sin embargo en la base del supuesto primer artejo aparece un otro pequeño que lo rodea cubriendo casi una tres cuartas partes de su circunferencia, mostrándose incompleto en su lado interno, pero externamente y en su vista lateral adquiriendo su máximo largo, constituyendo de este modo el artejo I de los cinco que componen

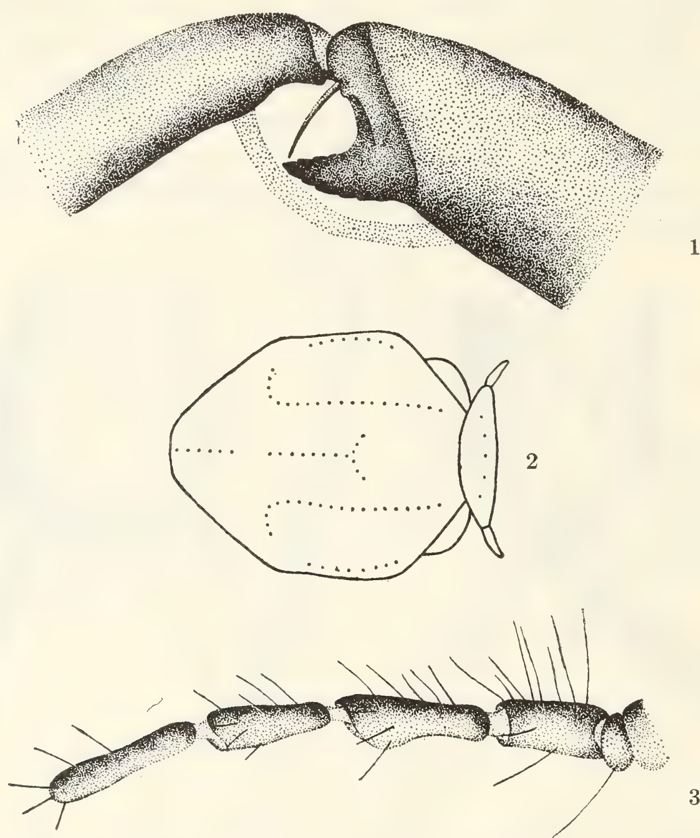


FIG. 4. — *Podonomus steineni*: (1) Articulación fémur-tibial, × 180; (2) Vista dorsal del mesonoto mostrando la distribución de las setas, × 34; (3) Vista lateral del palpo maxilar, × 90.

el palpo. Artejo I en su máximo largo, casi unas cuatro veces y media menor que el largo del artejo II, llevando una larga seta. Artejos II y IV de igual longitud y de forma cilíndrica; III y V, de igual largo, III en vista lateral mostrando una protuberancia en la parte inferior de su mitad distal, V cilíndrico. Re-

lación de los artejos del palpo: I-V: 5:22:27:22:27. Paraglosas muy desarrolladas, más largas que el artejo V del palpo maxilar y más de dos veces el ancho del mismo, presentando un surco lateral; superficie inferior de las mismas cubiertas de pelos.

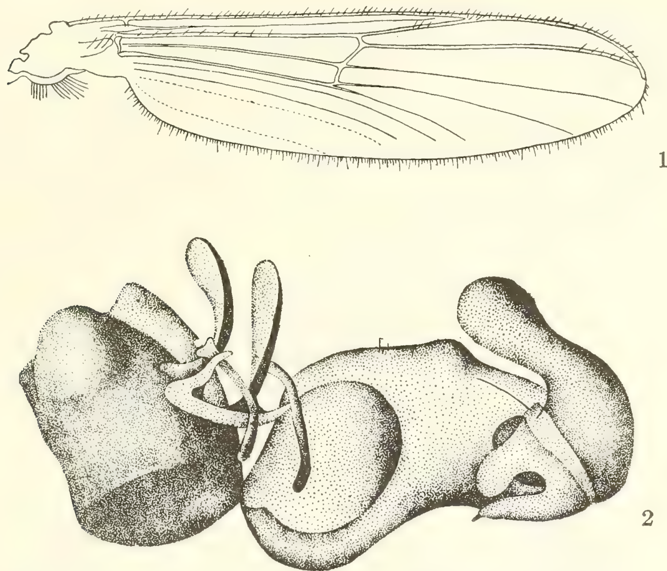


Fig. 5. — *Podonomus steineni*: (1) Ala, × 21; (2) Vista látero-ventral de los genitales del macho, × 65. (Ha sido eliminado el basistilo y dististilo izquierdo para mostrar la cara interna de los del lado derecho).

Tórax con el mesonoto tapando en vista dorsal totalmente al pronoto; lóbulos pronotales laterales con una hilera de pelos en su mitad inferior. Mesonoto en vista lateral mostrando su pronunciada curvatura angular, con su superficie anterior en marcado declive. Escudo formando un área plana o ligeramente cóncava. Escutelo bien diferenciado, ancho y corto, fuertemente convexo y proyectándose hacia arriba. Mesonoto con una serie de largas setas. Postnoto en forma de copa, convexo y un poco más ancho que largo, llevando setas. Alas semitransparentes por tener su membrana totalmente cubierta de una densa y corta microtriquia, macrotriquias sólo en algunas nervaduras. Bordes de las mismas franjeados de pelos largos, de mayor longitud en los márgenes apical y anal. Escama llevando una serie de aproximadamente 14 macrosetas. Nervadura costal sobrepasando moderada-

mente la R_{4+5}. Halterios glabros y fuertemente dilatados en su extremidad distal. Patas largas, siendo la relación entre los distintos segmentos la siguiente:

	Cox.	Troc.	Fem.	Tib.	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5
Pata anterior	29	14	92	96	50	26	17	9	9,5
Pata media	30	11	93	90	38	22	14	7,5	9
Pata posterior	23	12	105	116	53	32,5	18,5	8,5	9

Tibia I llevando en su extremo distal una espina en su área posterior y media, tibia II con dos espinas aproximadamente de igual tamaño y tibia III provista de dos espinas, una pequeña

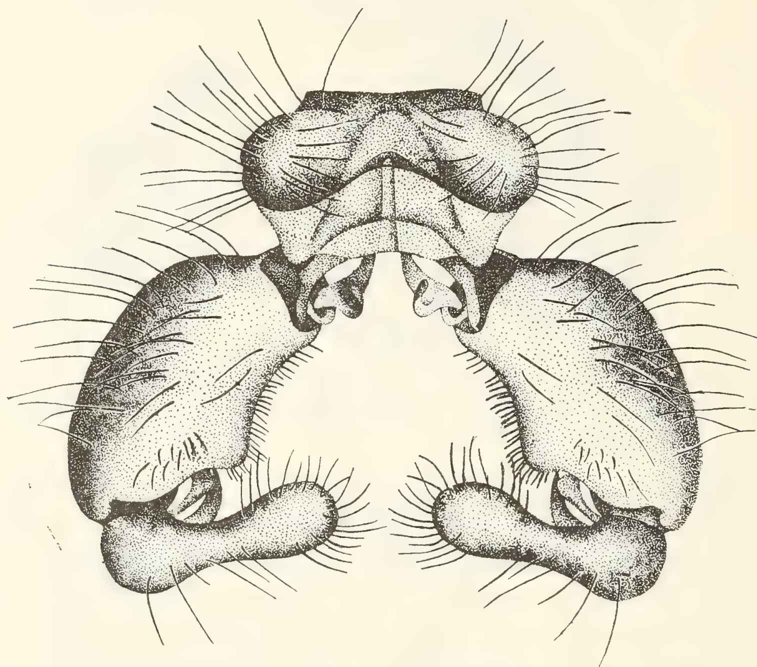


Fig. 6. — Genitales del macho de *P. steineni* en vista dorsal, × 65.

externa y otra grande interna y un peine formado aproximadamente de unas 18 fuertes y rígidas macrosetas y situado en la cara interna de la tibia. Artejos tarsales cilíndricos, V tarsal con el pretarso constituído por un empodio y un par de uñas pectinadas, aproximadamente con 8 pectinas cada una y llevando dos largas y curvadas setas en su faz inferointerior.

Abdomen con el segmento I de forma trapezoidal con su base mayor hacia adelante, los siguientes uromeros hasta el V inclusive aumentando progresivamente su anchura, los restantes más angostos que los anteriores y conservando todos casi el mismo ancho. Abdomen en su mitad basal levemente comprimido, en su mitad distal deprimido.

Genitales muy desarrollados, con los basistilos de forma ovoide presentando en su borde interno dorsal una protuberancia lobuliforme cubierta de setas. Dististilos bien desarrollados, angostados en su parte media y ensanchados en forma de una maza redondeada en sus extremos. En la parte basal e interior de los dististilos aparecen dos procesos, uno superior redondeado y espatulado y otro inferior en forma de gruesa espina; una corta y gruesa seta y un largo pelo aparece en el lado externo de una y otra formación respectivamente. El primer proceso muestra su máxima superficie en su faz frontal y el segundo en vista lateral. Uromeros con setas a ambos lados de los mismos.

MATERIAL ESTUDIADO

Isla 25 de Mayo (Rey Jorge), Caleta Potter, 62°14' lat. Sur, H. A. Orlando col., 16-I-56, en charcos de agua dulce.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

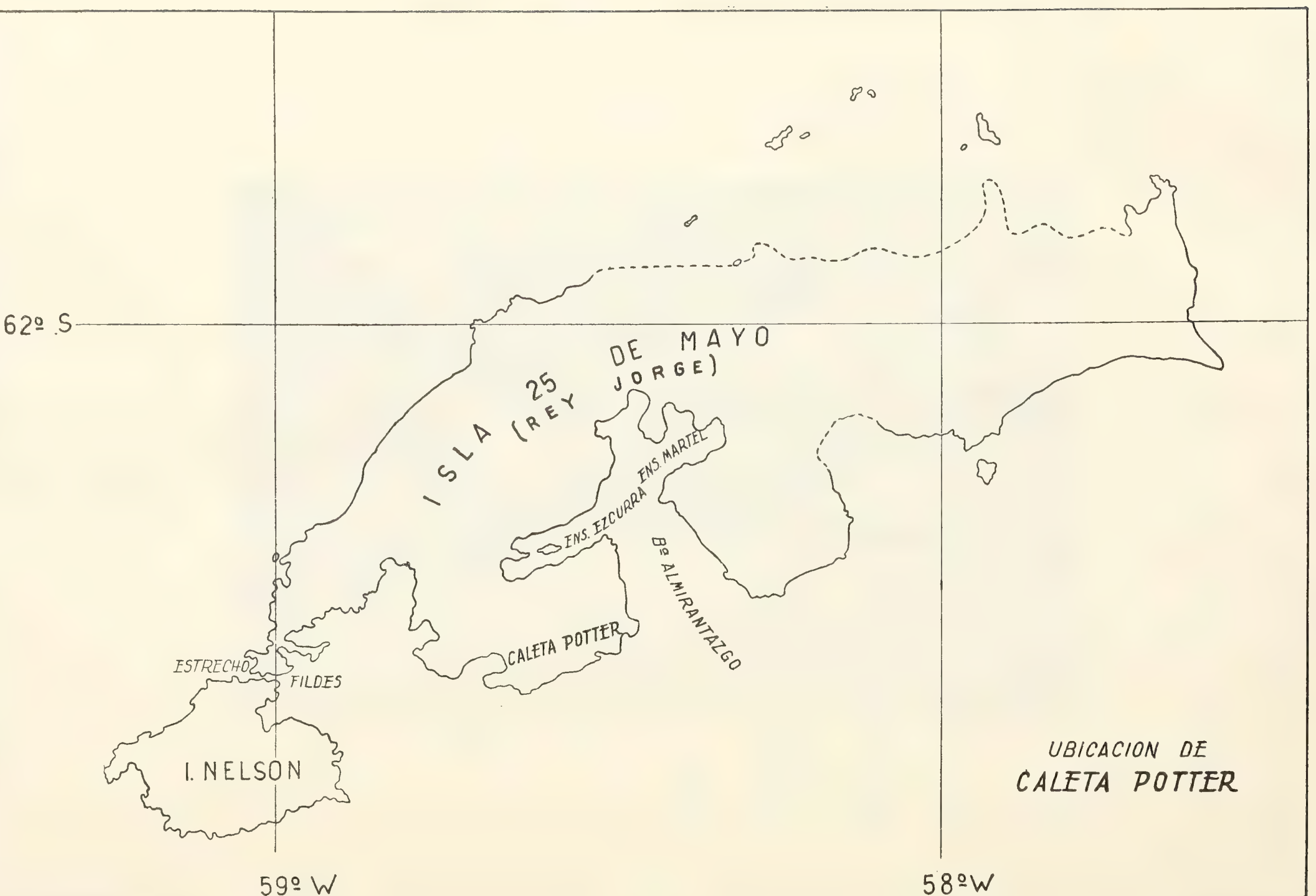
1. Berg, O. C., 1950. Biology of certain Chironomidae reared from Potamogeton. *Ecol. Monogr. Ecol. Soc. Am.*, 20(2): 83-101.
2. Bigot, J. M. F., 1891. Diptères. *Miss. Sci. Cap Horn*, 1882-1883, 6(2): 1-45.
3. Bréthes, J., 1909. Dípteros e Himenópteros de Mendoza. *An. Mus. Nac. Bs. As.*, 3(12): 85-105.
4. Brues, Ch. T., Melander, A. L. y Carpenter, F. M., 1954. Classification of Insects. *Bull. Mus. Comp. Zool. Harv. Coll. Cambridge*, 108: 1-917.
5. Edwards, F. W., 1931. Diptera of Patagonia and South Chile. Chironomidae. *British Museum*, 2(5): 233-331.
6. Enderlein, G., 1912. Die Insekten des Antarkto-Archiplata-Gebietes (Feuerland, Falklands-Inseln, Süd Georgien) 20. Beitrag zur Kenntnis der Antarktischen Fauna. *Kungl. Svensk. Vet. Ak. Handl.*, 48(3): 1-170.
7. — — 1930. Die Insektenfauna Süd-Georgiens (21. Beitrag zur Kenntnis der Antarktischen Fauna). *Sitz-ber. Ges. naturf. Freunde*, 1-3: 235-251.
8. Gercke, G., 1889. Vorläufige Nachricht über die Fliegen Süd-Georgiens, nach der Ausbeute der Deutschen Station 1882-83. Familie Chironomidae. *Jahrb. Hamb. Wisse. Anst.*, 6: 153-54.
9. Johannsen, O. A., 1937. Aquatic Diptera. Part. III. Chironomidae: Sub-

families Tanypodinae, Diamesinae, and Orthocladiinae. *Agr. Exp. Stat. Cornell Univ. Mem.*, 205: 1-84.
10. Kieffer, J. J., 1906. Diptera. Fam. Chironomidae. *Genera Insectorum*, 42: 1-78.
11. Lynch Arribálzaga, F., 1893. Dipterología Argentina (Chironomidae). *Bol. Acad. Nac. Cien. Córdoba*, 13: 211-258.
12. Philippi, R. A., 1865. Aufzälung der chilenischen Dipteren. Verh. *Zool. bot. Ges. Wien.*, 15: 595-782.
13. Thienemann, A., 1937. Podonominae, eine neue Unterfamilie der Chironomiden (Chironomiden aus Lappland I). Mit einen Beitrag: F. W. Edwards: On the European Podonominae (Adult Stage). *Int. Rev. Hydrobiol.* 35: 65-112.
14. — — 1939. Dritter Beitrag zur Kenntnis der Podonominae (Dipt. Chironomidae). (Chironomiden aus Lappland VI). *Zool. Anz.*, 128(7-8): 161-176.
15. Torres, B. A., 1953. Sobre la existencia del Tendipedido « Belgica antarctica » Jacobs en el Archipiélago Melchior. *An. Mus. Ciudad La Plata*, (N. S.), Zool. 1: 1-22.
16. Wirth, W. W., 1949. A revision of the Clunionine Midges with descriptions of a new genus and four new species (Diptera: Tendipedidae). *Univ. Calif. Berk. and Los Angeles*, 8(4): 151-182.

Buenos Aires, junio de 1956.



Lugar de Caleta Potter donde fueron recogidos los insectos. (*Cortesía del Dr. H. A. Orlando*).


62º S
59º W
58ºW
ISLA 25 DE MAYO
(REY JORGE)
ENS. MARTEL
ENS. EZCURRA
Bº ALMIRANTAZGO
CALETA POTTER
ESTRECHO
FILDES
I. NELSON
UBICACION DE
CALETA POTTER

DETERMINACION INDIRECTA DE LAS CONDICIONES CLIMATICAS DEL HIELO CONTINENTAL PATAGONICO

POR

W. SCHWERDTFEGER
(Servicio Meteorológico Nacional)

Resumen. — Dada la ausencia de estaciones meteorológicas en la región y altura del hielo perenne que cubre una considerable parte de la cordillera austral, todo intento descriptivo de su clima debe basarse totalmente en conclusiones indirectas, estudios críticos de las observaciones obtenidas en zonas adyacentes, extrapolaciones siguiendo las leyes de la física de la atmósfera y comparaciones con zonas montañosas similarmente expuestas a intensas corrientes de aire marítimo en otras regiones del mundo. Por tal procedimiento se deducen valores que caracterizan el régimen de temperaturas y humedad del aire, valores de frecuencia para las cuatro estaciones del año y promedios mensuales de la zona en cuestión. Se pasa luego al estudio detallado del régimen de precipitaciones, y se llega a la conclusión de que el orden de magnitud de la suma anual, caída sobre el Hielo Continental y sus pendientes occidentales, se eleva a 7.000 mm (siete toneladas de agua por metro cuadrado).

Summary. — Considering the total lack of meteorological stations in the region of the Patagonic Ice Fields, a tentative description of its climatic conditions has to proceed entirely from inferences, from a critical study of the observations obtained in neighbouring zones, from extrapolations according to laws of physics of the atmosphere, and from comparisons with the known conditions of other mountain regions likewise exposed to persistent currents of maritime air masses. By this means, there are deduced some characteristic values, data of frequency of temperatures for the four seasons and monthly means referring to the level of 2.000 m, at 47,5 and 51°S. A study of the precipitation regime conducts to an estimation of the average annual total in the region of the Ice Fields. Order of magnitude: 7.000 mm (275 inches).

I. INTRODUCCION

La red de estaciones meteorológicas permanentes se restringe, por razones obvias, a las regiones habitadas del mundo. Existen sólo escasos puestos aislados en la alta montaña y en zonas polares en los que viven algunos hombres, buena parte de ellos al servicio de la meteorología, a pesar de las adversas condiciones ambientales. Si

bien para el Año Geofísico 1957/58, en el que gran número de países realizan esfuerzos de excepción, se piensa instalar una estación meteorológica en el polo Sur, y se encara la posibilidad de hacerlo en el « polo de inaccesibilidad o inhabitabilidad » del continente antártico, en el Hielo Continental Patagónico las perspectivas son nulas en un futuro previsible. Sin embargo, se trata de una región cuyo clima merece todo el interés no solamente por parte de la meteorología pura, sino también de otras ramas de las ciencias, en primer plano la glaciología e hidrología. A primera vista, parece un hecho sorprendente la existencia de una extensa zona de hielo perenne en latitudes (véase el mapa fig. 1) que corresponden a las de Europa Central, y en alturas inferiores a los 2.000 m sobre el nivel del mar ([1], [2]). Puede mostrarse, empero, que las condiciones climáticas actuales son muy favorables para una intensa glaciación, y que el retroceso de algunos glaciares en las zonas marginales, observado durante los dos últimos decenios, no debe de interpretarse como indicio de una tendencia general y monótona, sino más bien como un fenómeno pasajero, relacionado con una pequeña variación de la circulación atmosférica, la cual puede cambiar su signo en cada momento ([3]).

La ausencia de estaciones meteorológicas en el lugar de interés obliga al estudio indirecto de sus condiciones climáticas, con conclusiones basadas en observaciones de puestos ubicados a cierta distancia y distinta altura, y realizadas por extrapolaciones que se fundan en las leyes de la física de la atmósfera. A tal respecto, las estaciones más importantes son las dos chilenas: *Islote de los Evangelistas y San Pedro* (véase el mapa 1), pero se han aprovechado también los registros de otros puntos así como el conocimiento de las situaciones sinópticas y su variación de día a día, condensado en las Cartas del Tiempo del Servicio Meteorológico Nacional Argentino. Al solo fin comparativo se tomarán también en consideración los sondeos aerológicos de Puerto Stanley, Malvinas (51°42'S, 57°52'W), único lugar en aquella latitud donde se realizan diariamente, desde hace algunos años, mediciones de presión, temperatura y humedad en la atmósfera libre.

Tales extrapolaciones se ven facilitadas, como se verá más adelante, por encontrarse la Cordillera Austral, y con ella el Hielo Continental, en la zona de máximo desarrollo de los vientos del

sector W, que con singular persistencia llevan aire de origen marítimo hacia la montaña y fuerzan un movimiento ascendente a barlovento, es decir, sobre la falda occidental de la Cordillera.

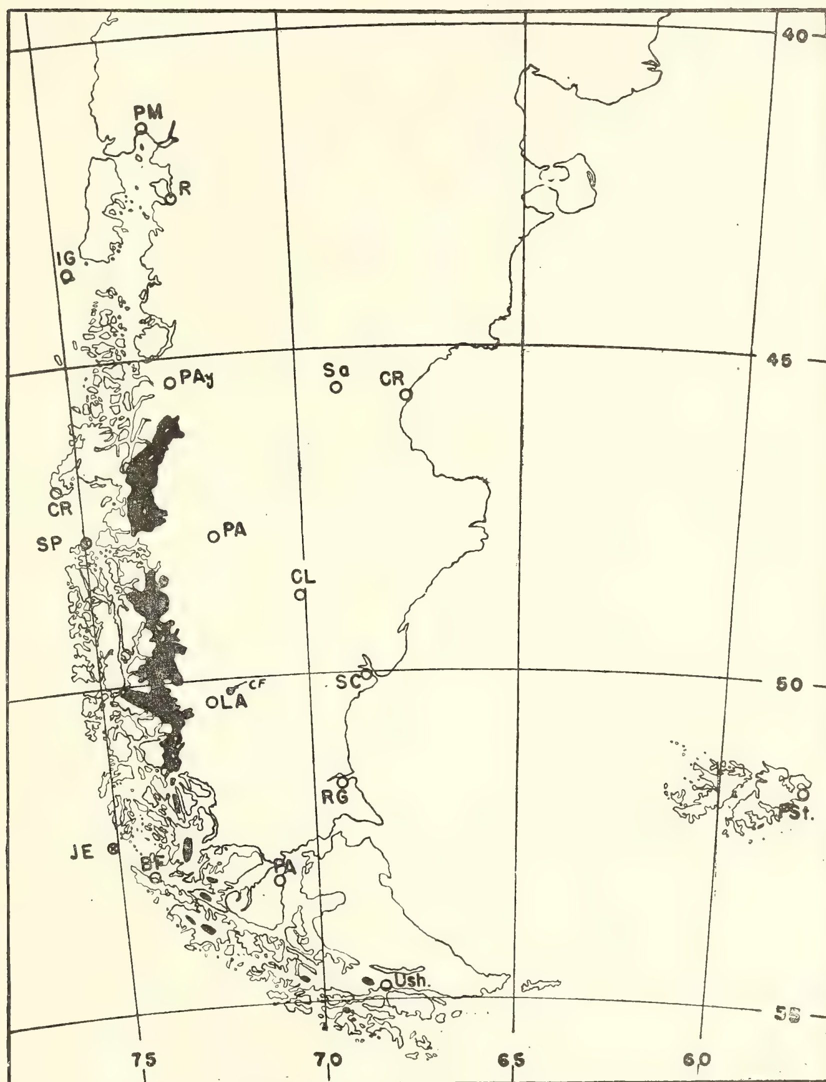


FIG. 1. — Mapa del Sur de Sudamérica, indicando la ubicación del Hielo Continental Patagónico y las estaciones meteorológicas mencionadas en el texto.

II. LOS VIENTOS SOBRE LA CORDILLERA AUSTRAL

Dado que, para el problema en cuestión, el interés principal debe concentrarse en las corrientes generales que conducen masas de aire desde el Océano Pacífico hacia las montañas, el estudio debe basarse, en primera instancia, en el análisis del campo de la presión atmosférica, representado por las isobaras de las cartas del tiempo diarias. Tales cartas permiten apreciar inmediatamente el gradiente horizontal de la presión en el nivel del mar y calcular el viento geostrófico. Con buena aproximación, este valor corresponde, en una atmósfera no perturbada, al viento real en alturas entre 800 y 1000 m, por tratarse de la capa inmediata superior a la de fricción propiamente dicha. Igualmente, el cálculo de la componente meridional de la presión permite determinar la componente zonal (a lo largo de los paralelos) de dichas corrientes aéreas. No hay duda de que sobre la cordillera misma existen condiciones (en especial las irregularidades del terreno) que no concuerdan con aquellas en que se basa la determinación del viento geostrófico. A pesar de ello, el gradiente bárico en dirección paralela a la cadena principal de una montaña, puede considerarse una medida del movimiento que conduce las masas de aire hacia ella, siempre por encima de la capa de fricción.

En este sentido se ha determinado, día por día, los gradientes báricos entre 45 y 50° y entre 50 y 55° de latitud Sur, a lo largo del meridiano 72,5°W. Este meridiano se ha elegido porque corre cerca de la cordillera, y porque así pudo aprovecharse un registro de datos diarios (de las 09 hs HOA) de la presión a nivel del mar, extraídos de los mapas básicos de la Oficina Central de Análisis y Pronóstico del Servicio Meteorológico Nacional, evitándose de esta manera los errores casuales y sistemáticos los que contienen las observaciones de las estaciones en aquella zona. Un valor negativo de dicho gradiente corresponde a una situación con la presión más alta en el Sur, lo que es equivalente a una componente del viento geostrófico del Este hacia el Oeste. El valor cero de dicho gradiente meridional representa una situación en la que la componente zonal de las corrientes generales entre los paralelos de referencia es nula, lo que no excluye la existencia de una componente meridional de ellas, es decir un viento del Sur o del Norte. Los cuadros I *a*) y *b*) muestran el resultado de este análisis.

Hay que tener presente que estos datos se refieren a los gradientes báricos medios, tomados sobre una distancia de 555 Km, y por ello caracterizan las condiciones *generales*. No se excluye la posibilidad de que el gradiente bárico meridional varíe en las distintas partes del tramo, sobre todo en las situaciones las que caracterizan los primeros dos grupos de los cuadros I *a*) y *b*). En ellos podrían presentarse casos excepcionales con una circulación ciclónica, centrada transitoriamente cerca del punto medio del tramo de referencia, digamos en 52 ½ °S; esto importaría corrientes del Oeste en 50°, del Este en 55°S, y una diferencia meridional *p* 50 - *p* 55 cerca de cero. Pero esto sólo ocurre en casos excepcionales, y en la gran mayoría las corrientes del aire desde el sector W sobre la cordillera austral se manifiestan con considerable uniformidad.

CUADRO I. — a) *Gradiente bárico entre* 45 y 50°S, *a lo largo del meridiano* 72,5°W; *lista de frecuencias relativas, valores promedios y máximos; período:* 1950-54.

Grupo	Gradiente bárico meridional y componente zonal del viento geostrófico	Verano XII a II	Otoño III a V	Invierno VI a VIII	Primavera IX a XI	Año
I	p 45-p 50 < 0 mb (corriente del Este).	5	13	15	12	11 %
II	p 45-p 50 entre 0 y 5 mb; débil del Oeste (inferior a 27 Km/h).	36	30	31	33	32 »
III	p 45-p 50 entre 6 y 10 mb; moderada del Oeste (entre 27 y 55 Km/h).	42	37	35	31	36 »
IV	p 45-p 50 > 10 mb; fuerte del Oeste (superior a 55 Km/h).	17	20	19	24	20 »
M	promedio de p 45-p 50 (mb) y de la componente zonal del viento geostrófico en Km/h.	6,3 32	6,3 32	6,2 31	6,5 33	6,3 mb 32 Km/h
E	valor máximo de p 45-p 50 (mb) y de la componente zonal del viento geostrófico (Km/h).	19 97	21 107	22 112	24 122	24 mb 122 Km/h

CUÁDRO I. — b) *Idem para el tramo entre* 50 *y* 55°S.

Grupo	Gradiente bárico meridional y componente zonal del viento geostrófico	Verano XII a II	Otoño III a V	Invierno VI a VIII	Primavera IX a XI	Año
I	p 50-p 55 < 0; corriente del Este.	3	7	12	6	7 %
II	p 50-p 55 entre 0 y 5; débil del Oeste, inferior a 25 Km/h.	23	30	29	31	28 »
III	p 50-p 55 entre 6 y 10; moderada del Oeste, entre 25 y 50 Km/h.	49	31	34	37	38 »
IV	p 50-p 55 > 10 mb; fuerte del Oeste, superior a 50 Km/h.	25	32	25	26	27 »
M	promedio de p 50-p 55 y de la componente zonal del viento geostrófico en Km/h.	8,0 37	6,7 31	6,5 30	8,0 37	7,3 mb 34 Km/h
E	valor máximo de p 50-p 55 (mb) y de la componente zonal del viento geostrófico (Km/h).	21 97	23 106	26 120	21 98	26 mb 120 Km/h

Esto se confirma también en las cartas diarias del tiempo, así como en los resultados de los sondeos del viento en altura, realizados en las estaciones aerológicas Comodoro Rivadavia y Río Gallegos. Un análisis detallado de estos sondeos ha sido publicado, en esta revista, en otra oportunidad ([4]); cabe decir que los datos contenidos en el renglón « M » de los dos cuadros I *a*) y *b*) coinciden satisfactoriamente con aquellos que se han deducido de los sondeos, para el nivel de 1000 m s.n.m.

Aparte de ello, los cuadros muestran que un gradiente bárico meridional negativo, equivalente a corrientes desde el sector E, se presenta sólo raras veces. En un 64 % en el tramo Norte, un 69 % en el tramo Sur, el gradiente es superior a 5 mb/5° de latitud, lo que corresponde a una velocidad media superior a 25 Km/h, para la componente W del viento geostrófico. En todos estos casos, el aire marítimo del Océano Pacífico es conducido hacia la cordillera

austral con tanta intensidad que puede estimarse admisible la suposición de que a lo largo de toda la costa el aire se encuentra en movimiento ascendente, con las consecuencias que se expondrán en seguida. En los casos del grupo II, 32 % y 28 % en los dos tramos de referencia respectivamente, semejante suposición es igualmente válida para una parte considerable de la falda occidental de la cordillera.

Dado el elevado contenido de humedad en el aire marítimo, este movimiento ascendente ocasiona persistente nubosidad y precipitaciones intensas en barlovento de y sobre las cumbres, y trae consigo también una variación perfectamente definida de la temperatura y la humedad relativa con la altura. Esta estrecha relación entre el gradiente bárico meridional y la formación de nubes y precipitación en barlovento de la cordillera, permite afirmar que las condiciones meteorológicas en general son malas en todos los casos de los grupos III y IV de los cuadros I *a*) y *b*), y también en gran mayoría de aquellos del grupo II. Quedan, entonces, como condiciones más favorables y más seguras del tiempo sólo algunos casos del grupo I, en los que el gradiente bárico total y con ello la velocidad del viento es pequeña, sea porque el aire algo más seco es conducido desde las llanuras de la Patagonia oriental hacia las pendientes orientales de la cordillera, sea porque se hayan impuesto corrientes del aire predominante meridionales, desde los sectores N ó S. En efecto, los pocos informes existentes sobre tiempo bueno encontrado sobre un tramo extenso de la cordillera austral misma, mencionan los vientos desde el Sur, con aire frío y relativamente seco.

A primera vista, los valores medios de la velocidad del viento calculados en el cuadro I podrían parecer pequeños ante los conocidos informes acerca de la intensidad y persistencia de los vientos huracanados que azotan las cumbres de la cordillera austral. Ello obliga a poner de relieve que los valores expuestos se refieren a las corrientes generales de la atmósfera libre. La aerodinámica explica que en un fluído que se desplaza y encuentra un obstáculo de cierta extensión horizontal y vertical, las líneas de corriente se acercan, por lo cual los vientos por encima del obstáculo son más fuertes que a la misma altura en la atmósfera libre sobre la llanura. El fenómeno se hace más pronunciado cuanto mayor es la extensión del obstáculo en dirección ortogonal a la de las corrien-

tes, ya que el aire se ve impedido de fluir lateralmente como sucede en el caso de una cima aislada o una cadena de montañas paralela a las corrientes del aire. Es de hacer resaltar que la cordillera austral ofrece por su posición geográfica con los vientos prevalentes en esa región un ejemplo típico, tal vez el mejor del mundo, de semejante intensificación del viento.

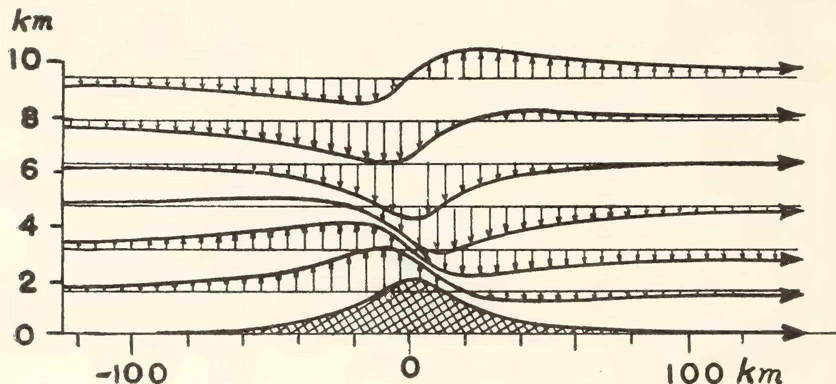


FIG. 2. — Esquema de las corrientes aéreas en altura, sobre la Cordillera Austral.

En meteorología dinámica, varios autores han tratado el tema de las corrientes del aire en los alrededores de las montañas, sobre todo después que los volovelistas llamaron la atención general sobre este problema. No corresponde comentar aquí todos los resultados conseguidos, pero pueden aprovecharse los cálculos y representaciones gráficas elaboradas por Queney ([5]), para ilustrar esquemáticamente las corrientes aéreas por encima de la cordillera, mediante un corte vertical zonal (fig. 2) (el lector mira hacia el Norte, en 50°S de latitud, aproximadamente; a la izquierda de la marca 0 se encuentra Chile y el Pacífico, a la derecha la Patagonia y el Atlántico). Se ve claro cómo se estrechan las líneas de corriente sobre el obstáculo, y se aprecia también, indicada por las flechitas verticales, la componente vertical del movimiento del aire que es de suma importancia para la formación de las copiosas precipitaciones en barlovento.

III. HUMEDAD DEL AIRE Y NUBOSIDAD EN EL SUR DE LA COSTA CHILENA

Para sacar conclusiones acerca de las condiciones sobre el Hielo Continental mismo, es necesario considerar brevemente los valores de la humedad y nubosidad existentes en las capas bajas de las masas de aire a barlovento de la cordillera austral.

CUADRO II. — *Promedios mensuales de la humedad relativa,* San Pedro *y* Evangelistas (*).

Estación	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	Año
S. Pedro ..	85	85	86	88	89	90	90	89	88	87	87	87	88 %
Evangelista	81	81	80	81	80	79	80	80	79	81	81	80	80 »

(*) Una comparación con los datos correspondientes de Puerto Stanley, Malvinas, hace ver que los valores medios de Evangelistas son, probablemente, menos fidedignos que los de San Pedro.

La dispersión de los datos diarios es pequeña, y por ello no se dan las listas de frecuencia correspondientes. Pero parece adecuado incluir dos pequeñas listas de frecuencia que se refieren a la cantidad de las nubes bajas, observadas en San Pedro y Evangelistas, aunque esos datos se hayan extraído de las cartas del tiempo de Chile sólo para tres años.

CUADRO III. — *Frecuencia relativa de distintas clases de la cantidad de nubes bajas, observadas sobre San Pedro y Evangelistas.*

a) *San Pedro*

Clase	XII a II	III a V	VI a VIII	IX a XI	Año
Sin nubes bajas	10	5	15	14	11 %
1/10 a 4/10	5	7	6	4	6 »
5/10 » 8/10	15	13	15	10	13 »
9/10 » 10/10	70	75	64	72	70 »

b) *Evangelistas*

Clase	XII a II	III a V	VI a VIII	IX a XI	Año
Sin nubes bajas	6	5	15	9	9 %
1/10 a 4/10	9	6	10	6	8 »
5/10 » 8/10	23	27	28	24	25 »
9/10 » 10/10	62	62	47	61	58 »

Se ve que las dos estaciones tienen un porcentaje muy elevado de nubes bajas, y se sobreentiende que la nubosidad total, incluyéndose las nubes medias y altas, es bastante mayor aún. En efecto, se trata de una de las regiones más nubladas del mundo.

Y aún más, la prevalencia de los vientos desde el sector W, junto con la humedad del aire marítimo, trae consigo un aumento de la nubosidad baja, tierra adentro. Para ponerlo en evidencia se han compilado, para el mismo período de 3 años, listas de frecuencia de la altura del *nivel de condensación,* aprovechando los datos diarios de presión, temperatura y punto de rocío de las 09 hs, publicados también en las cartas del tiempo de Chile. Este nivel se determina fácilmente, en un diagrama termodinámico, partiendo de los valores en superficie y siguiendo la línea adiabática seca hasta el punto en que esta línea corta a aquella que corresponde a la relación de mezcla en superficie. Es el nivel, entonces, a partir del cual el aire que debe levantarse sobre las pendientes de la cordillera está saturado. Con este procedimiento se consiguen valores representativos del plafond de las nubes bajas en barlovento de la montaña.

CUADRO IV. — *Frecuencia relativa del nivel de condensación. San Pedro y Evangelistas. Período:* 1952 a 54.

a) *San Pedro*

Intervalo de alturas	XII a II	III a V	VI a VIII	IX a XI	Año
Inferior a 200 m	33	26	55	53	42 %
200 » 500 »	61	70	42	45	54 »
Superior » 500 »	6	4	3	2	4 »

b) *Evangelistas*

Intervalo de alturas	XII a II	III a V	VI a VIII	IX a XI	Año
Inferior a 200 m.	28	34	57	46	41 %
200 » 500 »	64	61	42	52	55 »
Superior » 500 »	8	5	1	2	4 »

Estos datos, y en particular los números pequeños que figuran en los renglones « superior a 500 m », dejan ver claramente la gran frecuencia con la que deben presentarse nubes bajas sobre las pendientes occidentales de la cordillera. Claro está, que las suposiciones en las que se basa la determinación del nivel de condensación, valen solamente en aquellos días en que las corrientes generales conducen el aire marítimo hacia las montañas. Pero ya se ha documentado en el párrafo anterior que esto ocurre en la gran mayoría de los días del año. Así se muestra que los valores promedios de la humedad relativa y del grado de nubosidad sobre el

Hielo Continental deben estar cerca de los valores máximos posibles. A pesar del fuerte viento, la evaporación en la superficie de la capa del Hielo debe ser despreciable.

IV. DATOS DE FRECUENCIA DE LAS TEMPERATURAS AL PIE DE LA CORDILLERA Y SOBRE EL HIELO CONTINENTAL

El mismo procedimiento seguido para determinar el nivel de condensación en base a valores diarios de temperatura, humedad y presión en superficie, puede extenderse para niveles más altos y obtener así, por extrapolación, valores de temperatura en altura. Es obvio que esto se justifica solamente bajo las condiciones muy particulares de la cordillera austral, expuestas en los parágrafos que anteceden e ilustradas también por los gráficos de la fig. 3. En ella se muestra la muy pequeña dispersión de la distribución de temperaturas al pie de la montaña, en San Pedro y Evangelistas, en comparación con valores que corresponden a la zona del Gran Buenos Aires (Observatorio San Miguel) ([6]). Para estos gráficos se han utilizado las temperaturas medias diarias, porque ellas servirán para la determinación de los valores en altura, y porque la amplitud diaria, ya pequeña de por sí en un clima netamente marítimo, disminuye aún en la atmósfera libre.

La extrapolación de la variación de la temperatura con la altura se hace, como ya se mencionó, a lo largo de la línea adiabática seca (— 1°C por cada 100 metros de altura), hasta alcanzar el nivel de condensación, y debe seguir luego, en las nubes, la adiabática húmeda, cuya pendiente es variable en función de temperatura y presión. Para el margen relativamente estrecho dentro del cual dichos elementos pueden variar en la zona y alturas aquí en cuestión, el cuadro V da algunos valores del gradiente adiabático húmedo, en grados C por 100 metros de elevación:

Cuadro V. — *Gradiente adiabático húmedo.*

Nivel de presión, altura aproximada	1000 0	900 850	800 1800	700 mb 2900 m
t = 10°	0,53	0,51	0,48	0,46/°(100 m
0°	0,65	0,63	0,60	0,57 » »
— 10°	0,76	0,75	0,73	0,70 » »
— 20°	0,85	0,84	0,83	0,81 » »

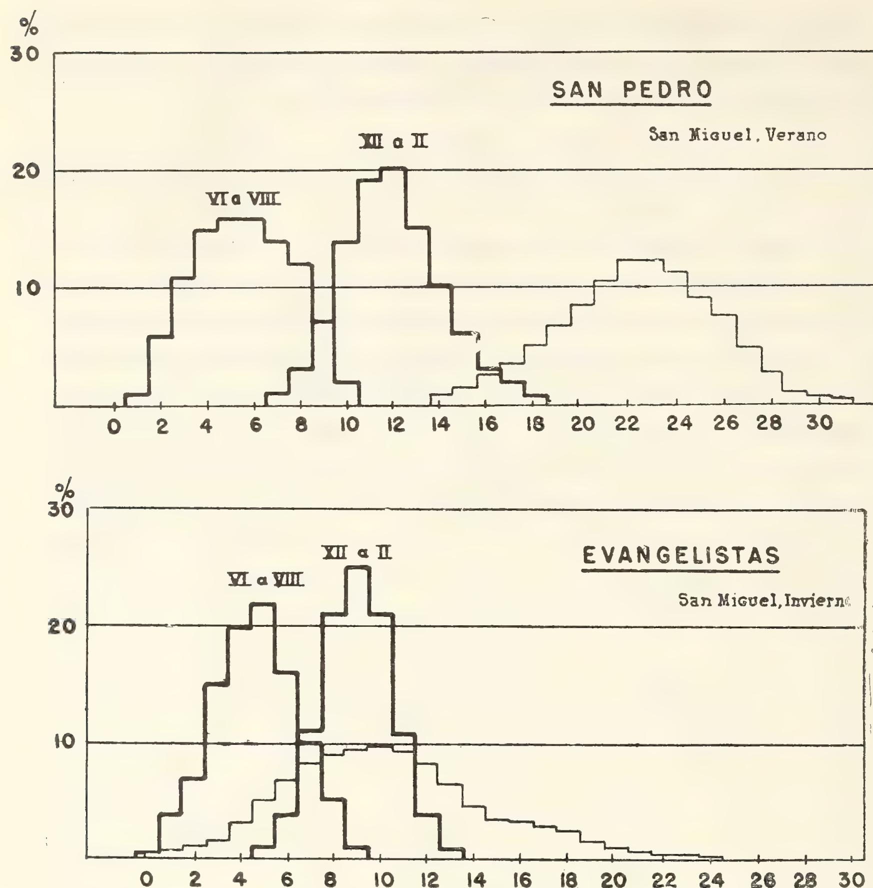


FIG. 3. — Frecuencia relativa de valores de la temperatura media diaria en la costa del Sur de Chile, y a fines de comparación, en la zona del Gran Buenos Aires.

Se ve que a pesar de la gama pequeña de las temperaturas en superficie (fig. 3), una extrapolación hasta el nivel que aquí interesa (2000 m) resultaría muy inexacta, si se basara en valores promedios de dicho gradiente y de la altura del nivel de condensación.

Como altura de referencia hemos elegido la de 2000 m s.n.m., considerando que ésta es, aproximadamente, la altura media de la cresta principal de la cordillera austral, y que para menores alturas, si ellas fueran de interés, se puede hacer fácilmente una post- extrapolación, con aumento de temperatura hacia abajo, a razón del gradiente adiabático húmedo(cuadro V). Para los va-

lores a relacionar con la parte meridional del Hielo Continental, además debe tenerse en cuenta que la latitud de la estación meteorológica en el Islote de los Evangelistas, no coincide con la del Hielo (véase el mapita de la fig. 1). Por ello, para la deducción de valores representativos se ha efectuado no solamente una extrapolación en altura, sino también una en sentido horizontal, suponiendo un gradiente meridional de la temperatura a razón de 0,7 °C por un grado de latitud entre 52,4 y 51,0° Sur.

Resultan, entonces, los valores del cuadro VI para el nivel de 2000 m s.n.m., aproximadamente el de la cresta cubierta por el hielo perenne, en la suposición de que se trate de aire marítimo, levantado desde las capas inferiores por encima del obstáculo que la cordillera opone a los vientos del sector W, condición que se cumple casi siempre.

CUADRO VI. — *Frecuencias relativas de la temperatura en* 2000 *m s.n.m., para las cuatro estaciones del año, en la región del Hielo Continental.*

a) *al Este de San Pedro, alrededor de* 47,5° *S*

Estación del año \ t	2 ó 1	0 ó —1	—2 ó —3	—4 ó —5	—6 ó —7	—8 ó —9	—10 ó —11	—12 ó —13	—14 ó —15	—16 ó —17
XII a II	4	16	34	30	15	1	—	—	—	— %
III » V	—	9	18	33	18	10	10	2	—	— »
VI » VIII	—	—	2	13	18	23	19	17	7	1 »
IX » XI	—	—	4	19	35	27	11	3	1	— »

b) *al Noreste de Evangelistas, alrededor de* 51° *S*

Estación del año \ t	2 ó 1	0 ó —1	—2 ó —3	—4 ó —5	—6 ó —7	—8 ó —9	—10 ó —11	—12 ó —13	—14 ó —15	—16 ó —17
XII a II	—	7	29	40	20	4	—	—	—	— %
III » V	1	5	24	32	17	14	6	1	—	— »
VI » VIII	—	—	3	5	25	26	31	8	2	— »
IX » XI	—	—	1	6	49	32	11	1	—	— »

Al comparar estos datos con las frecuencias de las temperaturas en superficie (fig. 3) resulta que la dispersión de las temperaturas en la altura es algo mayor. Esto se debe al hecho de que el aire frío en superficie muy a menudo es relativamente seco y el aire caliente en superficie relativamente húmedo, una circunstancia que implica, en total, un mayor gradiente vertical de la temperatura en el aire frío que en el aire caliente.

Pero mucho más importante es el resultado de que sólo muy raras veces, aun en los meses calientes, aparecen temperaturas cercanas a cero grado, lo que trae consigo que en aquella altura *prácticamente la totalidad de las precipitaciones cae en forma de nieve o granizo.*

Es obvio que semejante aseveración no es válida para los niveles inferiores. Para los meses de verano que son los más interesantes desde el punto de vista glaciológico, se puede deducir que hay temperaturas superiores a 0°, en 51°S de latitud,
en 1500 m s.n.m. alrededor de 35 % de todos los días, y
en 1000 m s.n.m. alrededor de 60 % de todos los días.

Teniendo en cuenta que por un lado la nieve precipitante no descongela inmediatamente después de pasar el nivel de 0° y que por otro lado las precipitaciones más copiosas se producen en aire relativamente caliente, estimamos que en 1000 m de altura la mitad de la cantidad total de las precipitaciones estivales puede caer en forma de lluvia. En invierno, empero, hasta en el nivel de 1000 m las precipitaciones caerán casi exclusivamente en forma sólida.

V. VALORES PROMEDIOS MENSUALES DE LA TEMPERATURA AL PIE DE LA CORDILLERA SOBRE EL HIELO CONTINENTAL Y EN LA ATMOSFERA LIBRE

Para ciertas consideraciones glaciológicas así como para la comparación con aquellas regiones del mundo, cuyos datos climatológicos no han sido publicados en forma de listas de frecuencia, se añaden algunos promedios mensuales. Ellos se basan, para San Pedro y Evangelistas, en los Anales de la Oficina Meteorológica de Chile, publicados hasta el año 1942 inclusive; para el nivel de 2000 m en la región del Hielo Continental otra vez en las extrapolaciones antes expuestas; para una estación en sotavento de la Cordillera en 900 m de altura y 48° de latitud, Paso del Aguila, en datos del archivo del Servicio Meteorológico Nacional, período 1937 a 1945 con interrupciones; y para la atmósfera libre sobre Puerto Stanley, Malvinas, en los resultados de 2500 radiosondeos efectuados allí en los años 1948 a 1955 (Cuadro VII). Estos últimos datos son interesantes, a pesar de estar ubicadas las islas Malvinas unos 900 km al este de la región aquí en cuestión, porque su latitud coincide con la de la parte meridional del Hielo Continental y porque las corrientes generales del sector W, frecuen-

CUADRO VII: *Promedios mensuales de la temperatura*

Estación	Lat.	Long.	Alt.	Período	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Año
San Pedro	47,8 S	75° W	22 m	1932-42	11,1	11,2	10,0	8,7	6,9	5,9	5,7	5,6	6,5	7,8	8,9	10,3	8,2
Evangelistas	52,4 S	75° W	55 m	1901-30	8,0	8,2	7,7	6,9	5,6	4,3	3,8	4,0	4,4	5,4	5,9	7,1	6,0
Paso del Aguila	47,8 S	72° W	900 m	1937-45	9,4	9,4	7,0	3,7	0,7	— 1,1	— 0,8	— 1,3	1,4	4,0	5,6	8,3	3,8
Hielo Continental parte Norte	47,5 S	73,5° W	2000 m	extrapol.	—2	—2	—4	—5	—7	— 8	— 9	— 9	— 8	—6	—5	—3	—5,5
Hielo Continental parte Sur	51,0 S	73,5° W	2000 m	»	—5	—5	—6	—7	—8	— 9	—10	—10	— 9	—8	—7	—6	—7,5
Puerto Stanley	51,7 S	58° W	2000 m	1948-55	—1,3	—1,2	—1,9	—3,2	—4,7	— 6,5	— 7,1	— 7,2	— 6,5	—5,2	—3,7	—2,2	—4,2
Fanaraken	61,5 N	8° E	2060 m	1945-53	2,6	2,4	—1,4	—4,1	—8,4	—10,1	—11,9	—12,3	—11,0	—7,7	—3,2	0,1	—5,4
meses (Fanaraken) ..					VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	

temente con una débil componente del Sur, predominan también sobre las islas. La estación Paso del Aguila, en cambio, queda algo afuera del cuadro general. Ella representa la precordillera patagónica en sotavento de las montañas, con frecuente ocurrencia de vientos catabáticos (tipo « Föhn » o « Bora »), con mucho menor grado de nubosidad, y por consiguiente con mucha mayor amplitud diaria y anual.

No es necesario un comentario detallado de estos valores, salvo alguno acerca de la diferencia relativamente grande entre las temperaturas sobre el Hielo Continental y sobre Puerto Stanley, en casi igual latitud. Tenemos ahí un ejemplo muy ilustrativo de las diferentes condiciones térmicas de las cimas de montañas y la atmósfera libre. Diferencias de esta índole se han estudiado en extenso en la región de los Alpes Europeos ([7]), donde ya desde hace más de 50 años hay estaciones meteorológicas en alta montaña, y a poca distancia, estaciones aerológicas; ejemplo: Zugspitze y Munich. Allí se ha encontrado que el aire sobre la montaña está, término medio, entre 1 y 2° más frío que el aire en la atmósfera libre. Este efecto se debe principalmente al movimiento ascendente ocasionado por la configuración del terreno, el cual trae consigo una variación adiabática seca y húmeda de la temperatura; siendo esta variación mayor que el gradiente térmico vertical existente en la atmósfera libre en condiciones medias, se presentan necesariamente sobre las montañas temperaturas promedio menores que aquellas de igual nivel, a cierta distancia del efecto perturbador de montaña. Ahora bien, la mayoría de las estaciones meteorológicas de altura, y en particular aquellas de los Alpes, están ubicadas, por razones obvias, en la cima misma de los cerros, donde, como ya se ha expuesto, el efecto de montaña es relativamente pequeño, y por consiguiente las diferencias con la atmósfera libre menores. En el caso de la cordillera austral, en cambio, por tratarse de una extensa cadena de montañas, casi una pared, expuesta ortogonalmente a la dirección predominante de las corrientes aéreas, se hace inevitable un movimiento ascendente en un número de días mucho mayor que en el caso aludido. Se explica entonces, que la diferencia entre las temperaturas medias sobre la cordillera austral y aquellas en la atmósfera libre sea mucho mayor que en el caso bien conocido de los Alpes, y que su efecto alcance valores entre 3 y 4°C.

El movimiento ascendente del aire contribuye considerablemente a disminuir la temperatura (y aumentar la humedad relativa) en las regiones cumbres y en la zona superior de las pendientes a barlovento, a lo largo de toda la cadena de los Andes al Sur de 40°S, aproximadamente. No hay que olvidar, por otro lado, que ya en superficie el aire en contacto con la corriente de Humboldt, es algo más frío de lo que corresponde al promedio de esas latitudes.

Desde el punto de vista glaciológico, una comparación de nuestros datos para el nivel de 2000 m en la región del Hielo Continental con los datos correspondientes a las montañas de Noruega puede ser de interés. Con tal fin, hemos añadido al cuadro VII los promedios mensuales de la temperatura de Fanaraken, estación meteorológica noruega, sita a 2060 m de altura, cerca de una zona de intensa glaciación ([8]). Se pone en evidencia, cuánto difieren las condiciones térmicas en el hemisferio norte de aquellas del hemisferio sud. Allí, alrededor de 10° de latitud más cerca del polo, los tres meses de verano tienen un promedio de la temperatura superior a 0°, cosa que no sucede a igual nivel de altura en la atmósfera libre sobre Puerto Stanley, y menos aún en las regiones del Hielo Patagónico. Se comprende que las condiciones para la transformación de la nieve precipitada en hielo glaciar deben ser distintas también.

VI. ACERCA DE LAS PRECIPITACIONES EN LA REGION DEL HIELO CONTINENTAL Y LAS ZONAS DE BARLOVENTO

Mientras las extrapolaciones, en cuanto a las condiciones térmicas del Hielo Continental se refieren, fueron factibles con razonable seguridad, la estimación de las precipitaciones no responde con la misma probabilidad de acierto. Sin embargo, se puede atacar este arduo problema desde varios frentes, para llegar, por la combinación y comparación de los resultados respectivos, a una apreciación sustancial del régimen de precipitaciones y de las sumas medias anuales con las que se puede contar sobre las pendientes occidentales y sobre el Hielo Continental mismo. En particular, las consideraciones se basarán en 1) sinopsis de los datos de las pocas estaciones pluviométricas en aquella zona, 2) estudio de los efectos de convergencia y en general del movimiento vertical del aire, causados por las montañas, 3) cálculo termodiná-

mico de la cantidad del agua precipitada sobre toda la superficie en cuestión, y 4) examen de los datos de caudal del Río Santa Cruz, cuya cuenca incluye la parte Sur del Hielo Continental al Este de la línea divisoria.

1) *Sinopsis de datos pluviométricos.* — El cuadro VIII indica los puntos de los que se tienen disponibles observaciones de algunos años, por lo menos, al Oeste de la línea divisoria de la cordillera, al Sur de Puerto Montt. Se observa que el número de estaciones al Sur de 45°S es muy escaso, y que no hay estación alguna en la región que aquí interesa en primera instancia, es decir entre 47 y 51°S en vecindad con las montañas heladas mismas. Esta circunstancia implica de por sí la necesidad de recurrir a argumentos indirectos, pero antes de hacerlo se expondrán algunos rasgos característicos que los datos existentes permiten deducir.

CUADRO VIII. — *Promedios de las sumas anuales de precipitaciones caídas en algunos puntos en barlovento de la Cordillera Austral.*

(c. i. = con interrupciones)

Estación	Lat.	Long.	Alt.	Período	nº de años	Promedio de la suma anual
Puerto Montt	41,5°	72,9°	13 m	1862-1907 c.i. 1909-42	56	2166 mm
Punta Corona	41,8	73,9	56	1912-42	31	2013
Ancud	41,9	73 8	20	1913-54 c.i.	29	2470
Piruquina	42,4	73,8	140	1919-42 c.i.	19	2625
Castro	42 5	73,8	30	1926-42 c.i.	13	1922
Reñihué	42,5	72,4	5	14,17-19,40	5	5746
Quilán Cucao	42 6	74,1	8	1930-42 c.i.	12	2312
Isla Guafo	43,6	74,8	140	1920-54	35	1176
Melinka	43,9	73 8	5	1913-23 c.i.	9	3124
Puerto Aysén	45,4	72 7	10	1931-54	24	2832
Cabo Raper	46,8	75,6	40	1913-42 c.i.	25	2018
San Pedro	47,7	74,9	22	1932-54 c.i.	21	4589
Islas Evangelistas ..	52,4	75,1	55	1899-1952	54	2763
Bahía Félix	53,0	74,1	15	1913-54	42	4982

Para mostrar la distribución media de las precipitaciones caídas en el curso del año, se ha calculado el porcentaje de la cantidad

media de cada uno de los doce meses (reducidos a igual longitud), respecto de la suma media anual, para tres secciones de la costa Pacífica Austral, cada una de ellas con dos estaciones pluviométricas de registro relativamente largo, (gráficos de la fig. 4). En la sección septentrional alrededor de 41° Sur, es decir, bastante al Norte del Hielo Continental, existe un mínimo estival bien marcado en la curva anual, que se explica por el desplazamiento en dicha época de la célula anticiclónica del Océano Pacífico oriental (hacia el Sur), y que si bien se manifiesta en forma mucho más pronunciada en el régimen pluvial de la costa chilena entre 38 y 30°S, extiende su influencia hasta 45°S, (Puerto Aysén). En la sección meridional, alrededor de 52,5°S, se insinúa ya un débil *máximo* en la segunda parte del verano, fenómeno típico de gran parte de las zonas subpolares y que está en relación con la marcha anual de la temperatura (aire y mar) y la humedad absoluta. En la sección media, alrededor de 47°S, la distribución de las lluvias en el curso del año es la más uniforme por la superposición de los dos efectos expuestos (*). En resumen, resulta con referencia a la zona costera en las latitudes del Hielo Continental, que la marcha anual de cantidad de precipitación no muestra gran contraste entre verano e invierno, con un débil predominio estival en la parte meridional, y como la distribución de los vientos tampoco varía en el transcurso del año, puede extenderse la conclusión a la propia zona del Hielo Continental. Con respecto a la alternativa entre agua y nieve, ya en el párrafo IV hemos dado una estimación de la fracción de la suma total que puede caer en forma de lluvia.

La interpretación de los datos del cuadro VIII no puede lograrse sin referencia directa a la configuración geográfica y orográfica de aquella zona, con sus islas rocosas y montañosas, sus fjords e istmos profundamente grabados, sus acentuadas pendientes que constituyen en suma un grandioso caos topográfico. De ello se desprende que tanto la carta pluviométrica de una situación meteorológica singular, como el mapa con los promedios de muchos años debe mostrar, inevitablemente, un aspecto caótico. Si a esto se agregan las serias dificultades que se oponen a una medición correcta de las precipitaciones [14] por tratarse de una de-

(*) Una descripción más detallada del régimen pluvial de estas regiones la ha dado F. Prohaska en (9).

las regiones más ventosas del mundo en la que parte del agua cae en forma de nieve, resulta difícil concebir esperanza alguna de que las pocas estaciones pluviométricas existentes puedan dar una imagen verídica de la distribución de precipitaciones en la zona. Sin embargo, los datos del cuadro VIII reflejan algunos fenómenos significativos, por un lado el aumento pronunciado de las sumas en dirección al Este, y por otro, tal vez de mayor importancia, las grandes cantidades medias que registran San Pedro con un período de 21 años, y Reñihué con 5 años. (Cabe mencionar que estos 5 años de Reñihué no fueron años muy lluviosos en las estaciones vecinas con record más completo).

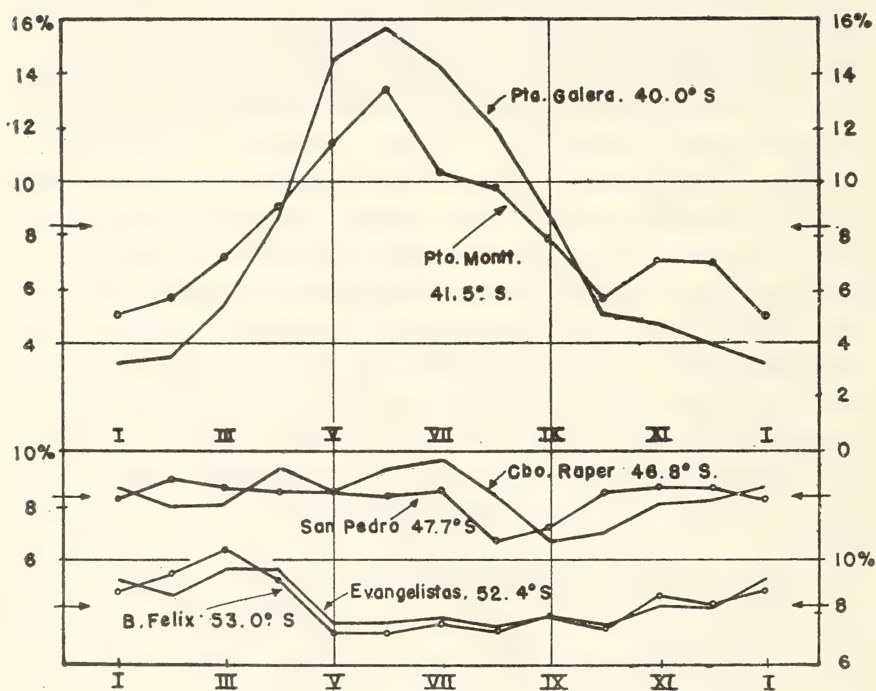


FIG. 4. — Marcha anual de las precipitaciones (sumas medias mensuales en % de la suma anual) en tres sectores de la costa del Sur de Chile.

El aumento de las precipitaciones a barlovento de montañas es fenómeno bien conocido y no cabe duda alguna de que tal aumento existe también, en forma muy pronunciada, en la cordillera austral. Ahora bien, al considerar la ubicación de las estaciones en un mapa de la zona, se debe admitir que una sola estación, la de Reñihué, se encuentra en un lugar topográficamente apto para

mostrar dicho efecto en forma neta, y que a pesar que por su ubicación en latitud (más de 500 km al norte de la región que aquí interesa) pertenece a la zona del mínimo estival, muestra el promedio más alto de toda la lista. Tomando en cuenta además los fenómenos considerados en el subpárrafo siguiente, puede afirmarse que ninguna de las otras estaciones se encuentra en condiciones de mostrar en forma neta el máximo efecto de barlovento. *Con ello se llega a la conclusión de que debe haber regiones, a lo largo de la cordillera austral al oeste de la línea divisoria, que acusan sumas medias anuales considerablemente mayores que las que figuran en el cuadro.* Este importante resultado se confirmará, más tarde, por un cálculo termodinámico expuesto en el subpárrafo VI, 3.

2) *Los efectos del movimiento vertical del aire, ocasionado por las montañas.* — Por supuesto, estos efectos han recibido considerable atención por parte de la meteorología sinóptica y climatología de otras partes del mundo ([10]), y un análisis detallado de ello, con referencia particular a las condiciones en Escandinavia, en cierto modo análogas a las de la cordillera austral, ha sido realizado por T. Bergeron en un estudio crítico de las posibilidades de iniciación o intensificación artificial de precipitaciones en zonas costeras y montañosas ([11]). Es de trabajos de esta índole, sean de carácter sinóptico, estadístico, o teórico, de los que pueden deducirse los rasgos principales de los efectos en cuestión en la cordillera austral, aunque las mediciones y observaciones directas sean muy escasas. Tal procedimiento parece aún más justificado cuando se piensa que en el futuro será difícil que se consigan datos representativos de aquella zona, y por ello trataremos ahora los « efectos de montaña », punto por punto:

a) Por la fricción con la superficie de la Tierra las corrientes horizontales del aire tienden a frenar y desviar su movimiento; este efecto es considerablemente mayor sobre tierra firme en general y más aún sobre las islas rocosas de la costa chilena (por mayor rugosidad), que sobre el océano. Cuanto más intenso es el efecto de fricción tanto mayor es la desviación de la dirección del viento real de la del viento gradiente (este último se calcula partiendo de la hipótesis de fricción nula, y el primero sólo se le asemeja cuando la influencia de la misma es despreciable). De esta

manera se origina, a lo largo de las costas invadidas por los vientos marítimos, una zona estrecha de convergencia de las corrientes aéreas, que se inicia en las capas inferiores y que causa, forzosamente, un movimiento ascensional del aire. Este fenómeno se manifiesta aún en costas de terreno llano, por ejemplo en las de Holanda, y en forma más marcada, por supuesto, en costas montañosas. Así se explica el hecho de que ya en los puntos más avanzados hacia el mar y algunos kilómetros mar afuera, las cantidades de las precipitaciones, las que dependen, en esencia, de la intensidad del movimiento vertical del aire, son considerablemente mayores que las que corresponden al océano libre, en igual latitud.

b) Cuando el aire en movimiento encuentra un obstáculo en su camino, caben virtualmente dos posibilidades, o una desviación lateral o una desviación vertical. En la realidad, siempre se producen ambas, variando la relación entre la eficacia de los dos desvíos con la orientación, extensión y altura del obstáculo, y con la estabilidad de la estratificación vertical del aire. Siendo muy compleja la configuración de la cordillera austral, e imposible una consideración numérica del segundo factor, no se puede dar una estimación cuantitativa de dicha relación. Cualitativamente, la extensión y orientación de la cordillera respecto a los vientos predominantes no dejan dudas acerca de que estas montañas ocasionan un movimiento vertical muy intenso. En efecto, todos los fenómenos meteorológicos, en barlo y en sotavento, lo demuestran. Aparece entonces, además del movimiento vertical causado por el contraste de fricción en las regiones costeras, una segunda causa de movimientos anabáticos y por consiguiente de intensificación de la precipitación sobre las pendientes occidentales de la cordillera, como se ha comprobado también en otras partes del mundo ([12]). La fig. 2, resultado de consideraciones teóricas, con suposición de un perfil simplificado del obstáculo, muestra dónde y hasta qué altura hay que contar con tales corrientes ascendentes. Sus resultados sólo pueden considerarse una primera aproximación de lo que sucede en la realidad. Dicha altura es de mucha importancia, porque de ella dependen el carácter y la intensidad de las precipitaciones. Es un hecho comprobado que en zonas templadas y polares, es decir en masas de aire no-tropicales, con humedad *absoluta* relativamente pequeña, las lluvias copiosas (o nevadas) se producen sólo cuando

el movimiento ascendente abarca aquellos niveles en los que la temperatura se encuentra varios grados por debajo del punto de congelación. Tomando en cuenta el régimen térmico expuesto en los capítulos IV y V, junto con lo que indica la fig. 2, se puede afirmar que dicha condición de precipitaciones intensas se encuentra siempre cumplida.

c) Podemos deducir, de un ejemplo muy ilustrativo analizado en detalle por Bergeron ([11]), que la convergencia entre las corrientes desviadas hacia el extremo sud de la cordillera austral (viento del W sobre alta mar y del NW en la zona costera) y aquéllas que corren poco más al Sur, no participando en tal desvío o haciéndolo en menor grado, causa un movimiento vertical pronunciado y por ello precipitaciones muy intensas sobre una región de extensión reducida, al SW de la montaña que materializa el obstáculo. Como las situaciones sinópticas que favorecen semejante convergencia, se presentan con mucha frecuencia sobre el extremo Sur de Chile, tenemos ahí la clave para comprender cómo llega a acumularse la gran suma media anual (casi 5 metros) de la Bahía Félix, casi el doble de la de Evangelistas, ubicada a menos de 100 km al NW. Puede ser que la influencia del viento en la medición de las precipitaciones contribuya a hacer más grande esa diferencia, ya que la segunda estación se encuentra más expuesta a la fuerza no-frenada de los vientos del sector W. Es imposible estimar numéricamente la influencia de uno y otro efecto, pero cabe poner de relieve que, en forma análoga a lo dicho en VI, 1., la estación en que se ha registrado mayor cantidad de lluvias, resulta más representativa de la zona precordillerana occidental. No hay razón valedera en dudar de las tres sumas medias anuales más altas (Reñilhué, San Pedro y Bahía Félix) y hay mucha razón en suponer que sobre las pendientes occidentales propiamente dichas, en toda la gran extensión entre 42 y 53°S, la suma anual media de precipitación sobrepasa los 5.000 mm. En particular, considerando la ubicación de San Pedro, sólo pocos kilómetros al Este de los primeros islotes, y su suma media de 4.590 mm por año, se puede estimar que en la parte central de dicha franja, es decir, sobre las pendientes de barlovento del Hielo Continental, deben caer precipitaciones superiores a los 6.000 mm por lo menos.

d) Los numerosos estudios, realizados en varias montañas del

mundo desde hace más de 100 años, acerca del aumento de las precipitaciones con la altura, confirman semejante conclusión. Un resumen detallado de ellos lo ha dado K. Knoch ([10]), al que nos referiremos aquí. Claro está que las variadas particularidades regionales no permiten la aplicación de leyes generales. Pero resulta completamente seguro que bajo condiciones similares a aquellas de la cordillera existe un aumento considerable de la cantidad anual de las precipitaciones con la altura el que se extiende normalmente hasta más de 2000 m. En el caso de las montañas de Escocia, en 57° de latitud, expuestas también a fuertes corrientes de aire marítimo, se ha encontrado una relación de 2 a 1 entre las precipitaciones sobre el cerro Ben Nevis y la estación F. William, 1.340 m más abajo. Es, entonces, una estimación muy modesta y conservativa, si suponemos que en la cordillera austral, dicha relación entre la zona cumbre en 1500 a 2000 m s.n.m., y las estaciones chilenas cerca del nivel del mar, se eleve también a valores entre 1,5 a 1 y 2,0 a 1. Aplicando la menor de estas relaciones (1,5 a 1) a los datos del cuadro VIII, se llega a que *sumas del orden de 7000 mm caen anualmente* sobre la superficie del Hielo Continental.

e) Otro rasgo interesante que se ha encontrado en las montañas de Inglaterra y Escocia ([10]), es que las sumas máximas no se registran en las cumbres mismas, sino unos pocos kilómetros a *sotavento* de ellas. Esto podría explicarse por el transporte de las gotas de lluvia y copos de nieve por parte del viento, pero cabe también la posibilidad de que se trate de un efecto artificial, dado que los pluviómetros o nivómetros en las regiones cumbres, al estar más expuestos al viento, no llegarían a colectar cantidades representativas. En el caso de la cordillera austral, no hay duda de que el fuerte viento del sector W puede contribuir considerablemente a un transporte de la nieve hacia el E, y por ello hay buena razón en suponer que la superficie entera del Hielo Continental propiamente dicho, recibe las cantidades de precipitación antes estimadas.

f) Finalmente hay que pensar que en una montaña casi siempre envuelta por nubes, una considerable cantidad de agua disponible en forma de gotitas en suspensión y sobrefusión, puede depositarse en cualquier obstáculo pequeño, sean rocas y picos aislados u otras irregularidades del terreno. Al contrario de lo que

sucedió con el efecto de aumento con la altura, este fenómeno había recibido poca atención hasta hace pocos años, aunque puede citarse un estudio de J. Grunow ([13]), que se basa en mediciones con un receptor especial, expuesto durante algunos meses en el cerro Nebelhorn, en los Alpes septentrionales, a 1900 m de altura. Allí el receptor especial colectó 189 % de la suma de precipitaciones obtenidas por un nivómetro común de superficie horizontal. Seguramente, este número no puede estimarse de validez general, pero parece justificado deducir que el agua en sobrefusión en las nubes, « depositable » en cualquier obstáculo pequeño o grande, agrega una cantidad que aunque pequeña, tiende a hacer mayor la suma real de precipitaciones efectivamente depositadas en la zona del Hielo Continental.

Hemos aportado mediante estas consideraciones, varios argumentos que hablan en pro de sumas anuales muy superiores a 5000 mm, valor aceptado hasta ahora como una estimación adecuada de las precipitaciones en dicha región « cumbrera ». En efecto, este valor debería de aumentarse sin exageración alguna, a la magnitud de 7000 a 8000 mm; claro está, con variaciones locales marcadas.

3. *Cálculo termodinámico.* — Dado que la cuestión acerca de la suma anual de precipitaciones caídas sobre el Hielo Continental es de gran interés glaciológico, en particular con referencia al balance hídrico de esa enorme « heladera » natural, se tratará el problema, aparte de lo expuesto, desde un punto de vista muy diferente.

Con tal fin conviene hacer un distingo teórico entre la fracción de la suma total de precipitación que caería si las montañas no existieran, y aquella que se debe a la presencia de este obstáculo.

Para una estimación de la primera, pueden aprovecharse los estudios sobre los promedios latitudinales de precipitaciones, y entre ellos la elaboración más reciente de Möller ([15]) que ha calculado, en base a todo el material asequible, los promedios para las cuatro estaciones del año y para todas las cintas latitudinales de 5° de anchura, para mar y tierra por separado. Al Sur de 45°S, esta última diferenciación no tiene importancia, ya que el sector sudamericano, única zona terrestre en esas latitudes, cubre sólo 10 grados de longitud, a comparar con los 360 grados del total, y que, además, este estrecho sector acusa precipitaciones abundantes en Chile y a la par precipitaciones escasas en la Patagonia. Por ello,

y en consideración a las condiciones meteorológicas muy uniformes que imperan a lo largo de toda la cinta entre los paralelos 45 y 55°S, podemos suponer que el promedio latitudinal representa, con buena aproximación, la cantidad de precipitaciones no-orográficas. Según Möller, estos promedios son:

entre 45 y 50°S : 1150 mm y

entre 50 y 55°S : 1090 mm.

Para el presente estudio, que no pretende más que una apreciacin del orden de magnitud, es suficiente aceptar que esta suma es de 1000 mm.

En cambio, la estimación de las precipitaciones orográficas puede basarse en una pequeña consideración termodinámica. Se sabe que para condiciones medias (mensuales y anuales) la variación de la tensión de vapor con la altura corresponde estrechamente a una ley empírica ([16]), lo que pudo confirmarse también por una elaboración de material aerológico moderno ([17]). Esta relación permite calcular la cantidad de *agua precipitable* presente en toda la columna de aire arriba de cierto punto, si se conoce sólo la tensión de vapor y con ella la humedad absoluta, en el lugar a considerar. De igual manera, podemos calcular la diferencia entre el agua precipitable presente en barlovento de las montañas y el agua precipitable en sotavento, basados en la diferencia entre la humedad absoluta a un lado y al otro lado de la cordillera.

Teniendo en cuenta los promedios anuales de la tensión de vapor en San Pedro y Evangelistas, los valores correspondientes en Lago Argentino, Punta del Aguila y Cañadón León, y reduciendo estos últimos al nivel de los primeros, resulta que la cantidad de agua precipitable presente en barlovento de la cordillera austral en promedio se eleva a 15 mm, mientras en sotavento alcanza a 12,5 mm. Por diferencia se deduce que cada columna vertical de aire, con una superficie horizontal de *1* m^2, pierde *2,5 litros de precipitación* durante su pasaje encima de la montaña.

En el promedio de varios años (1950 a 1954), la componente zonal del viento en 50°S, calculada en base al campo bárico a nivel del mar y representativa, con cierta aproximación, para el nivel de 1000 m, es de 33 km/hora, y corresponde a un recorrido de $3 \cdot 10^8$ *km por año.* Por consiguiente, en la zona entre la costa occi-

dental y la meseta patagónica deben caer, sobre una cinta zonal de 1 m de ancho,

$$7{,}5.10^8 \textit{ litros} \text{ de precipitación, por año.}$$

Suponiendo que esta cinta tuviera una longitud de *150 km* = $1{,}5.10^5$ m, resultaría una suma media anual de agua precipitada de

$$5.10^3 \textit{ litros/m}^2 = 5.000 \textit{ mm}.$$

Los 150 km corresponden, término medio, a la distancia entre la costa occidental y la margen oriental del Hielo Continental. Las razones antes expuestas impiden suponer que los 5.000 mm de precipitaciones orográficas (a los que se sumaría la cantidad de 1000 mm del promedio latitudinal no-orográfico) caigan uniformemente sobre toda la cinta. Ya se mencionó que en la zona costera las cantidades son menores y lo mismo vale, en forma más marcada aún, para la parte inferior de la falda oriental, por lo cual resultan, inevitablemente, sumas bastante mayores para las regiones cumbres. Ahora bien, ni el valor de 150 km ni los valores promedios de la tensión de vapor en barlo y sotavento deben estimarse de mucha exactitud, y por ello tampoco el resultado del cálculo puede considerarse más que una apreciación del orden de magnitud. Pero este, por lo menos, está en coincidencia con los resultados de los párrafos anteriores.

Puede resumirse, entonces, que *la magnitud de la suma anual media de las precipitaciones al pie occidental de la cordillera austral es de 5000 mm, y la del valor que corresponde a las pendientes superiores y al Hielo Continental mismo es 1,5 veces mayor;* y esto debe considerarse una estimación conservativa y de ninguna manera exagerada.

4. *Apreciación de las precipitaciones en base al caudal del río Santa Cruz.* — Un último ensayo para apreciar el orden de magnitud de las precipitaciones sobre el Hielo Continental, puede hacerse basado en el promedio anual del caudal de aquellos ríos cuya cuenca de alimentación incluya una parte de la cordillera austral al Este de la línea divisoria. Como se verá, varios de los factores decisivos sólo pueden determinarse con muy poca seguridad, y por ello tal procedimiento pierde bastante exactitud. En años futuros, sin embargo, cuando se conozcan mejor la distribución de las precipita-

ciones en la región de los lagos Viedma y Argentino y estén disponibles algunas series largas de registros de estaciones de aforo, este método dará los resultados más fidedignos. Para un primer ensayo en este sentido se pueden aprovechar las mediciones de la estación Charles Fuhr, a 50°17′S, 71°55′W. En este punto, 4 km al Este de la rivera del Lago Argentino, se mide el caudal de todas las aguas que salen de este lago y del Viedma, la mayor parte de las cuales provienen del Hielo Continental al Este de la línea cumbre.

El caudal medio anual (1947 a 1955) del río Santa Cruz en Charles Fuhr se eleva a 815 m^3/seg, lo que corresponde a 25,7 . 10^9 m^3 por año. La cuenca tiene un área de 16.500 km^2, aproximadamente. Si dicha cantidad de agua equivaliera a la suma media anual de agua precipitada sobre la cuenca, resultaría un valor de 1560 mm. Pero no se debe despreciar la evaporación sobre la parte oriental de la cuenca, sobre todo aquella de la superficie de los dos grandes (1.400 y 1.060 km^2) lagos azotados por los vientos furiosos, se ignora totalmente la cantidad de agua que infiltra en el suelo, y no se sabe qué cantidades de nieve caídas al W de la línea divisoria son transportados por los temporales de viento hacia el Este. Se sabe solamente que sobre la mayor parte de la cuenca caen precipitaciones escasas, alrededor de 200 mm por año sobre la parte oriental (½ del área total), alrededor de 500 mm sobre otra parte (¼, más o menos) situada más hacia el W. Con estos valores muy aproximados resultaría una suma de 5.500 mm por año para la cuarta parte restante, correspondiente a la cordillera propiamente dicha. Teniendo en cuenta la pérdida de agua por evaporación, y suponiendo que su orden de magnitud se eleve a 50 mm por año sobre tierra y a 1.000 mm por año sobre los lagos, se llegaría a que dicha suma media anual debe ser algo superior a 6.000 mm. Es probable que la zona de las precipitaciones más intensas abarque menos que la cuarta parte del total de la cuenca, y es obvio que debería de considerarse más de *una* zona de transición entre la parte seca en el Este y la parte lluviosa en el Oeste de la cuenca. Pero en vista de la gran inseguridad de los demás factores, el ensayo de una estimación más detallada parece inútil, y tampoco parece indicado hacer un cálculo análogo para otras estaciones de aforo cuya ubicación hace más problemática

aun la interpretación de los datos o cuyos registros son incompletos y dejan lugar a dudas. Como único resultado se puede aceptar que también los valores del caudal del río Santa Cruz apoyan la estimación de los párrafos anteriores: *La suma media anual de las precipitaciones sobre el Hielo Continental debe tener el orden de magnitud de 7.000 mm, por lo menos.*

VII. RECONOCIMIENTO

Quiero expresar en esta oportunidad mi agradecimiento a la Dirección General del Servicio Meteorológico Nacional por haberme otorgado la posibilidad de realizar el presente estudio. Asimismo, agradezco al Ing. César J. Vasino su valioso asesoramiento acerca de la redacción del texto, y al personal técnico de la Dirección de Investigaciones del Servicio Meteorológico Nacional, la ejecución de los cálculos.

Bibliografia

1. De Agostini, A. M. — « Andes patagónicos ». Buenos Aires, 1945.
2. Herold, L. — « El hielo continental patagónico ». *Revista de Geografía Americana,* Vol. 35, Buenos Aires, 1953.
3. Rudolph, W. E. — « Recent developments in southern Patagonia and Tierra de Fuego ». *Geographical Review,* Vol. XLIV, 1954.
4. Schwerdtfeger, W. — « Pequeño aporte para el conocimiento de las condiciones aerológicas en el sur de la Patagonia ». *Anales de la Sociedad Científica,* tomo CLI, 1951.
5. Queney, P. — « The problem of air flow over mountains, a summary of theoretical studies ». *Bull. Am. Met. Soc.,* Vol. 29, 1948.
6. Observatorio de Física Cósmica de San Miguel. — Boletín mensual.
7. Ekhart, E. — « Mittlere Temperaturverhältnisse der Alpen und der freien Atmosphäre über dem Alpenvorland ». *Meteorologische Zeitschrift,* Band 56, 1939.
8. Det Norske Meteorologiske Institut. — *Norsk Meteorologisk Arbok,* 1945 a 53.
9. Prohaska, F. — « Regímenes estacionales de precipitación de Sudamérica y mares vecinos ». *Meteoros,* año II, 1952.
10. Hann, J. v., y Knoch, K. — « Handbuch der Klimatologie ». Tomo I, 1932.
11. Bergeron, T. — « The problem of artificial control of rainfall on the globe; II. The coastal orographic maxima of precipitation in autumn and winter ». *Tellus,* Vol. I, 1949.
12. Douglas, C. K. M., y Glaspoole, J. J. — « Meteorological conditions in heavy orographic rainfall in the British Isles ». *Quart. Journal Roy. Met. Soc.,* Vol. 73, 1947.

13. Grunow, J. — « Nebelniederschlag. Berichte d. D. Wd. i. d. US-Zone, N° 42, 1952, y: « Kritische Nebelfrost-Studien ». Archiv. f. Meteorologie, Bioklimatologie und Geophysik, Serie B, Band IV, 1953.
14. Schirmer, H. — « Umstrittene Niederschlagsmessungen im Hochgebirge ». Mitteilungen des d. Wd. in der US-Zone, N° 11, 1951.
15. Möller, F. — « Vierteljahreskarten des Niederschlags für die ganze Erde ». Petermanns Geographische Mitteilungen, 1951.
16. Linke, F. — « Meteorologisches Taschenbuch ». Neue Ausgabe von F. Baur, Band II, Tabelle 70, 1952.
17. Flohn, H. — « Zur vertikalen Verteilung des Wasserdampfes in der Atmosphare ». *Zeitschrift für Meteorologie,* Band V, 1951.

INDICE GENERAL DEL TOMO CLXI

Materias contenidas en el tomo ciento sexagésimo primero



LIMPIA SU MOTOR MIENTRAS MARCHA!

SHELL MOTOR OIL

con DETERGENTE

ELIMINA

- **LA PEGADURA DE AROS:** Porque no permite la deposición de las partículas carbonosas en las ranuras de aros.
- **EL ATASCAMIENTO DE LAS VALVULAS:** Porque mantiene en perfecto estado de limpieza las guías de las mismas.
- **EL DESGASTE:** Porque dispersa las partículas sólidas abrasivas y confiere mayor tenacidad a la película lubricante.
- **LA CORROSION DE LOS CILINDROS:** Porque neutraliza los productos ácidos de la combustión.

Todo lo cual se traduce en un MAYOR RECORRIDO DE SU COCHE SIN NECESITAR REPARACIONES.

- Consulte a su Estación de Servicio, Garage o proveedor habitual sobre el uso más conveniente del **SHELL MOTOR OIL con DETERGENTE.**


SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 01357 3456